

Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Terigu Modifikasi Panas

Characterization of Physicochemical and Functional Properties of Heat Treated Wheat Flours

Lena Nur Aulana¹, Sugiyono², Elvira Syamsir²

¹Program Studi Magister Profesional Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Abstract. *Based on the availability of water, heat treatment modifications of wheat flour can be classified into two basic methods, they are dry and wet heating modifications. The different methods would influence the characteristics and the suitable application of the flour. The objective of this research was to characterize the physicochemical and functional properties of dry and wet heating-treated wheat flours. Heat treated wheat flour had lower moisture content compared to untreated flour. The moisture content of dry heated flour was lower than wet heated flour, while the protein content of dry and wet heated wheat flour had no significant difference. Functional characteristics of wet heated wheat flour on water absorption parameter gave the highest value than dry heated and untreated flour. Gluten index of wet heated wheat flour was lower than dry heated and untreated flour. Granular microscopic view showed that heated wheat flour still had birefringence property, while dry heated flour had even more granular birefringence than wet heated flour. According to the pasting properties, heat treated wheat flour showed higher stability and higher ability to bind water than untreated flour, this characteristics was suitable to be used in products that needs water retention and freeze thaw stability.*

Keywords: *Dry heated, heat treated wheat flour, wet heated*

Abstrak. Berdasarkan ketersediaan air, modifikasi panas pada tepung terigu dibedakan menjadi dua metode, yaitu modifikasi panas kering dan basah. Perbedaan jenis modifikasi ini berpengaruh pada karakteristik dan jenis aplikasi tepung terigu yang cocok. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan fungsional terigu modifikasi panas kering dan basah. Didapatkan hasil bahwa terigu modifikasi panas memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan terigu kontrol. Terigu modifikasi panas kering memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan terigu modifikasi panas basah. Sementara, kadar protein terigu modifikasi panas kering dan basah tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Karakteristik fungsional terigu modifikasi panas basah pada parameter penyerapan air (*water absorption*) memiliki nilai tertinggi dibandingkan terigu modifikasi panas kering dan terigu kontrol. Indeks gluten pada terigu modifikasi panas memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan terigu kontrol. Hasil penampakan mikroskopis granula menunjukkan bahwa terigu modifikasi panas masih menunjukkan sifat *birefringence*, terigu modifikasi panas kering memiliki jumlah granula dengan sifat *birefringence* yang lebih banyak dibandingkan terigu modifikasi panas basah. Berdasarkan sifat *pasting*, terigu modifikasi panas memiliki stabilitas dan kemampuan mengikat air yang lebih tinggi dibandingkan terigu kontrol. Karakteristik ini dapat digunakan untuk aplikasi produk yang membutuhkan kemampuan menahan air dan stabilitas *freeze thaw*.

Kata kunci: Pemanasan kering, terigu modifikasi panas, pemanasan basah

Aplikasi Praktis: Hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai karakteristik sifat fisikokimia dan fungsional dari terigu modifikasi panas kering dan basah yang bermanfaat untuk mengidentifikasi kesesuaian aplikasinya dalam produk pangan. Sebagai contoh, karakteristik *pasting* dari terigu modifikasi panas yang memiliki rasio stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan terigu kontrol dapat dijadikan dasar aplikasi terigu ini di produk cake dan *bakery* yang membutuhkan kemampuan menahan air untuk mempertahankan *softness* mencegah *staling*.

PENDAHULUAN

Teknologi modifikasi panas telah berkembang sejak 1970 oleh Ruso dan Doe dengan mempatenkan proses

modifikasi panas pada suhu 100-115°C selama 60 menit. Teknologi modifikasi panas terus berkembang. Nakamura *et al.* (2008) melakukan penelitian dengan menggunakan terigu modifikasi panas untuk meningkatkan volume cake

kasutera. Selanjutnya, terigu modifikasi panas banyak digunakan dalam penelitian untuk mening-katkan volume cake, memperbaiki crumb roti dan menggantikan tepung klorinasi (Meza *et al.*, 2011; Purhagen *et al.*, 2012; Chesterton *et al.*, 2015). Menurut Neil *et al.* (2012), terigu modifikasi panas dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pada industri pangan, seperti cake, biskuit, wafer, tepung untuk coating, breader, sauce, soup, makanan bayi dan sebagai pengental pada aplikasi khusus di industri.

Secara umum terdapat dua jenis modifikasi pada tepung terigu, yaitu modifikasi fisik dan kimia. Tren konsumsi saat ini adalah meningkatnya permintaan produk utuh, natural, dan *clean label* pada produk (diproduksi dengan menggunakan sedikit atau tanpa bahan kimia). Hal ini membuat perkembangan modifikasi fisik terus berkembang, salah satunya melalui pemanasan. Berdasarkan ketersediaan air, modifikasi panas tepung terigu dibedakan menjadi modifikasi panas kering dan basah. Modifikasi panas basah yang dikenal luas saat ini adalah *annealing* dan *heat-moisture treatment (HMT)*. Perbedaan pada kedua metode modifikasi ini berada pada penggunaan air dan suhu proses. *Annealing* dilakukan dengan menggunakan air yang berlebih (40-65%) pada suhu diatas transisi gelas di bawah suhu gelatinisasi, sementara *heat moisture treatment* menggunakan air yang terbatas (10-30%) pada suhu 90-120°C selama 15 menit atau 16 jam (Chung *et al.* 2009b; Jayakody dan Hoover, 2008). Berbeda dengan modifikasi panas basah, proses modifikasi panas kering tidak melibatkan air. Modifikasi panas kering pada tepung terigu menggunakan udara panas pada bahan yang akan di modifikasi (Khamis, 2014). Perbedaan proses modifikasi ini akan mempengaruhi karakteristik fisikokimia dan fungsional dari tepung yang dihasilkan.

Proses modifikasi panas pada terigu bertujuan untuk meningkatkan umur simpan (*shelf life*) terigu dengan menurunkan aktivitas enzim, dan menurunkan kadar air pada terigu (Purhagen *et al.* 2011, 2012). Terigu modifikasi panas memiliki sifat mengurangi *amilose leaching* dan retrogradasi (Chung *et al.*, 2009a) serta memperbaiki sifat fungsional pati/tepung tanpa menghancurkan struktur granulanya (Jacobs dan Delcour, 1998). Perubahan sifat pada terigu modifikasi panas ini dapat meningkatkan mutu produk yang diha-silkan.

Protein, termasuk protein terigu merupakan molekul yang sangat sensitif terdenaturasi oleh panas (Singh dan MacRitchie, 2004). Proses denaturasi protein umumnya terjadi pada suhu 50-80°C, beberapa perubahan yang berasosiasi dengan denaturasi protein adalah penurunan kelarutan dan peningkatan viskositas (Stathopoulos *et al.*, 2008; Singh dan MacRitchie, 2004).

Karakteristik sifat fisikokimia dan fungsional akan mempengaruhi aplikasi tepung/pati modifikasi panas di industri pangan. Penelitian tentang modifikasi panas pada pati telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya, tetapi modifikasi panas pada terigu belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisikokimia dan fungsional dari terigu modifikasi panas komersial yang dihasilkan dengan

metode panas kering dan basah. Hasil karakteristik fisikokimia dan fungsional terigu modifikasi panas ini diharapkan dapat memberikan gambaran jenis aplikasi yang tepat pada industri pangan.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah terigu modifikasi panas kering (TM_{pk}), terigu modifikasi panas basah (TM_{pb}), dan terigu kontrol (terigu yang tidak mengalami perlakuan panas) yang sudah diproduksi oleh perusahaan terigu PT. XYZ serta bahan-bahan kimia/media yang digunakan untuk keperluan analisis. Berdasarkan informasi dari PT.XYZ, terigu modifikasi panas kering diperoleh melalui proses pemanasan menggunakan udara panas pada suhu 160°C sementara terigu modifikasi panas basah diperoleh melalui pemanasan 140°C dengan uap air panas 80 L/jam dan suhu pengeringan 120°C.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, pengukur kadar air (*moisture analyzer*, Kern, Germany), pengukur protein (*Kjeltec Auto 1030*, Tecator, USA), pengukur kadar abu (*Muffle furnace*), *Falling number* (Perten 1500, Perten Instruments, Sweden), *Farinograph Brabender* (*Farinograph-AT*, Germany), *Glutomatic system* (Perten Instruments, Sweden), *Chromameter* (Konica minolta color CR-400, Japan), *Rapid Visco Analyzer* (RVA, Perten Instruments, Sweden), mikroskop polarisasi (Olympus Optical Co.Ltd, Japan), inkubator dan alat-alat gelas.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi analisis sifat fisikokimia yaitu pengujian kadar air, kadar protein, kadar abu, warna dan mikroskopis granula. Pengujian sifat fungsional meliputi analisis *falling number*, karakteristik adonan (*farinograph*), indeks gluten (gluten basah dan kering) dan sifat pasting. Pengujian sifat *pasting* menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) standar 2. Pengujian analisis sifat fisikokimia dan fungsional dilakukan secara duplo untuk setiap sampel kecuali untuk analisis sifat pasting yang dilakukan satu kali.

Metode Analisis

Karakteristik sifat fisikokimia

Kadar air. Pengujian kadar air dilakukan menggunakan *moisture analyzer infra red* (Kern, Germany) dengan parameter standar. Metode pengujian berdasarkan AACC 44-15A, 2000. Sampel sebanyak 2-3 gram dimasukkan ke dalam alat *moisture analyzer* untuk dilakukan pengukuran kadar airnya pada suhu 130°C. Pengukuran kadar air dinyatakan selesai apabila tidak ada perubahan berat sebanyak 1 mg selama 60 detik.

Kadar protein. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan menggunakan alat *Kjeltec Auto 1030* dan *Digestor 2020* (Tecator, USA). Alat ini akan melakukan pengukuran kadar protein pada bahan melalui proses destruksi dan destilasi berdasarkan metode AACC 46-30, 2000.

Kadar abu. Pengukuran kadar abu dilakukan berdasarkan metode AACC 08-01, 2000 dengan menggunakan tanur pada suhu 550-600°C. Kadar abu dihitung melalui selisih berat cawan dengan berat sample dan cawan yang telah dipanaskan dalam tanur.

Warna. Pengukuran warna terigu dilakukan dengan menggunakan alat Chromameter (Konica Minolta CR400, Japan). Hasil pengukuran berupa nilai L* (*lightness*) dengan kisaran dari hitam ke putih (0-100), nilai a* mengukur warna hijau ke merah (60-(-60)) dan nilai b* mengukur warna biru ke kuning (60-(-60)) (Papadakis *et al.*, 2000).

Karakteristik sifat fungsional

Falling number. Pengujian *falling number* dilakukan dengan menggunakan alat *falling number*-Perten 1500 (Perten Instruments, Sweden). Pengujian ini dilakukan untuk memperkirakan aktivitas enzim α -amylase pada terigu. Metode pengujian dilakukan dengan metode AACC 56-81B, 2000.

Karakteristik adonan. Pengujian karakteristik adonan dilakukan dengan menggunakan alat Farinograph-Brabender (Farinograph-AT, Germany). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisik adonan setelah pengadukan. Melalui pengujian farinograph ini kita dapat mengetahui daya serap air terhadap terigu (*water absorpsi*), stabilitas adonan (*stability*), waktu pengembangan adonan (*development time*), dan sifat-sifat lain dari adonan selama pengadukan. Metode pengujian dilakukan dengan metode AACC 54-21, 2000.

Indeks gluten. Pengujian indeks gluten dilakukan dengan metode AACC 38-12, 2000 dengan menggunakan *glutomatic system* (Perten Instruments, Sweden). Melalui metode ini kita akan memperoleh nilai gluten basah, gluten kering dan indeks gluten.

Pengamatan mikroskopis granula. Bentuk dan intensitas *birefringence* granula pati diamati dengan mikroskop polarisasi cahaya (Olympus Optical Co.Ltd, Japan) yang dilengkapi dengan kamera. Suspensi pati disiapkan dengan mencampurkan pati dan aquades, kemudian dikocok. Suspensi diteteskan pada atas gelas obyek dan ditutup dengan gelas penutup, preparat kemudian dipasang pada PLM. Pengamatan dilakukan dengan meneruskan cahaya terpolarisasi dengan perbesaran 400x.

Sifat pasting. Sifat *pasting* dari terigu modifikasi panas ditentukan dengan menggunakan *Rapid Visco Analyser* (RVA, Perten Instrumen, Sweden) berdasarkan metode AACC 22-08, 2000. Sebanyak 3,0 g sample (berat kering) ditimbang dalam wadah RVA lalu ditam-bahkan 25 g akuades. Pengukuran dengan RVA menca-kup fase proses pemanasan dan pendinginan pada peng-adukan konstan (160 rpm). Pada fase pemanasan, sus-pensi pati dipanaskan dari suhu 50°C hingga 95°C dengan kecepatan 6°C/menit, lalu dipertahankan pada suhu tersebut (*holding*) selama 5 menit. Setelah fase pemanasan selesai, pasta pati dilewatkan pada fase pen-dingin, yaitu suhu diturunkan dari 95°C menjadi 50°C dengan kecepatan 6°C/menit, kemudian dipertahankan pada suhu tersebut selama 2 menit. Instrumen RVA memplot kurva profil

pasting sebagai hubungan dari nilai viskositas (cP) pada sumbu y dengan perubahan suhu (°C) selama fase pemanasan dan pendinginan pada sumbu x (Faridah *et al.*, 2014).

Analisis Statistik

Analisis statistik menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan uji lanjut menggunakan uji Duncan. Analisis ini menggunakan software SPSS 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik sifat fisikokimia

Hasil analisis sifat fisikokimia dari terigu modifikasi panas dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian ini didapat bahwa tepung modifikasi panas memiliki kadar air yang berbeda nyata dibandingkan terigu kontrol. Terigu kontrol (C) memiliki kadar air tertinggi (12.76%) diikuti terigu modifikasi panas basah dan kering berturut-turut 7.7% dan 5.46%. Proses modifikasi panas dilaporkan menyebabkan penurunan kadar air terigu. Penelitian yang dilakukan oleh Al Dmoor dan Hane, (2013) menunjukkan bahwa modifikasi panas kering menyebabkan penurunan kadar air terigu sebesar 7%. Sementara modifikasi panas kering dan panas basah yang dilakukan Buscella *et al.* (2015) menghasilkan tepung dengan kadar air sebesar 5% dan 10%.

Tabel 1. Analisis kadar air, protein, abu dan warna terigu modifikasi panas

	Kadar air	Kadar protein	Kadar Abu	Warna		
	(% wb)	(% db)	(% db)	L	a*	b*
TM _{pk}	5.46 ±0.04 ^c	10.03 ± 0.15 ^b	0.56 ± 0.00 ^a	93.00 ±0.33 ^a	-1.44 ± 0.00 ^b	8.47 ±0.02 ^c
TM _{pb}	7.70 ±0.11 ^b	9.98 ± 0.08 ^b	0.51 ± 0.00 ^b	90.94 ±0.26 ^b	-1.33 ±0.00 ^a	10.56 ±0.03 ^a
C	12.76 ±0.01 ^a	10.43 ± 0.15 ^a	0.55 ± 0.00 ^a	92.50 ±0.26 ^a	-1.55 ±0.00 ^c	10.00 ±0.03 ^b

Perubahan kadar protein pada terigu modifikasi panas kering dan basah pada penelitian ini tidak memiliki nilai yang berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan kadar protein dari terigu kontrol. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya kisaran kadar protein terigu kontrol yang digunakan dalam proses modifikasi panas ini, terigu kontrol yang dianalisis pada penelitian ini memiliki *batch* yang berbeda dengan terigu kontrol yang digunakan pada produksi terigu modifikasi panas kering dan basah yang digunakan dalam penelitian ini.

Kadar abu pada terigu modifikasi panas kering memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan terigu kontrol, sementara kadar abu terigu modifikasi panas basah memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kedua tepung lainnya. Perbedaan nilai kadar abu ini diduga karena adanya perbedaan kadar abu pada bahan baku terigu yang digunakan pada proses modifikasi ini, dimana kadar abu bahan baku terigu berkisar 0.5-0.6%.

Terigu modifikasi panas kering memiliki nilai kecerahan yang tidak berbeda nyata dengan terigu kontrol

sementara kecerahan terigu modifikasi panas basah secara nyata lebih rendah dari dua terigu yang lain. Perbedaan warna ini diduga disebabkan oleh perbedaan ukuran partikel pada ketiga terigu ini. Berdasarkan spesifikasi, terigu modifikasi panas kering dan terigu kontrol memiliki ukuran partikel yang lebih rendah (180-200 mikron) dibandingkan tepung modifikasi panas basah (300-350 mikron). Modifikasi panas basah yang melibatkan suhu dan uap air panas menyebabkan ukuran partikel terigu ini lebih besar dibandingkan dengan terigu modifikasi panas kering dan terigu kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zavareze *et al.* (2010) pada pati jagung dan pati beras yang mengalami *heat moisture treatment*, dimana permukaan granula menjadi tidak teratur dan mengalami sedikit aglomerasi. Aglomerasi pada pati/tepung yang mengalami perlakuan panas menyebabkan ukuran partikelnya menjadi lebih besar.

Karakteristik sifat Fungsional

Hasil pengujian *falling number*, dan karakteristik adonan dinyatakan pada Tabel 2. Analisis *falling number* mengukur pengaruh enzim terhadap tepung terigu dan aplikasinya. Pengujian ini mengukur aktivitas enzim α -amylase secara tidak langsung dengan mengukur sifat rheologi pati yang mengalami hidrolisis oleh enzim selama pengujian. Semakin tinggi nilai *falling number* menunjukkan aktivitas enzim α -amylase yang rendah ditandai dengan kondisi larutan yang kental, dan berlaku untuk sebaliknya (USDA, 2010).

Tabel 2. Hasil pengujian falling number dan karakteristik adonan (farinograph)

	Falling Number	Karakteristik adonan (Farinograph)		
		Development time	Stability time	Water Absorption
TM _{pk}	441.02 ± 0.01 ^b	2.20 ± 0.03 ^a	24.30 ± 0.69 ^a	72.80 ± 1.03 ^b
TM _{pb}	348.01 ± 0.01 ^c	1.20 ± 0.02 ^c	0.70 ± 0.01 ^c	87.30 ± 1.23 ^a
C	452.01 ± 0.01 ^a	1.90 ± 0.03 ^b	6.02 ± 0.09 ^b	60.50 ± 0.86 ^c

Sampel terigu kontrol memiliki nilai *falling number* yang lebih tinggi dibandingkan terigu modifikasi panas kering maupun terigu modifikasi panas basah. Proses modifikasi panas menginaktivasi enzim yang terkandung dalam tepung terigu, enzim α -amylase akan inaktif pada suhu 65°C. Nilai *falling number* pada terigu modifikasi panas yang menurun lebih berhubungan dengan granula pati yang tetap *rigid* selama proses gelatinisasi. Seperti yang dilaporkan dalam McCann *et al.* (2013) bahwa modifikasi panas basah menyebabkan granula pati lebih *rigid* dan tahan terhadap pemanasan yang cepat dengan kemampuan *swellingnya*. Dari penelitian ini diperoleh nilai *falling number* pada terigu modifikasi panas basah memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan terigu modifikasi panas kering dan terigu kontrol. Senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Buscella *et al.*

(2015) pada terigu cake yang mengalami modifikasi panas kering dan modifikasi panas basah juga mengalami penurunan *falling number* dibandingkan terigu kontrol.

Analisis karakteristik adonan dilakukan untuk mengetahui karakteristik gluten dari terigu saat proses pengadukan. Analisis ini juga menghitung waktu pengembangan (*development time*), waktu stabilitas (*stability time*), dan jumlah air yang dibutuhkan (*water absorption*). Pada penelitian ini, terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah memiliki nilai *water absorption* yang lebih tinggi dibandingkan terigu kontrol.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Buscella *et al.* (2015) modifikasi panas kering tidak memiliki perbedaan terhadap penyerapan air (*water absorption*) tetapi pada modifikasi panas basah menyebabkan peningkatan *water absorption* dibandingkan dengan terigu kontrol. Hal ini berhubungan dengan kandungan kadar air dan aplikasi uap air panas pada proses modifikasi panas basah. Pada penelitian ini terigu modifikasi panas kering menghasilkan nilai *development time* dan *stability time* yang lebih tinggi dibandingkan terigu modifikasi panas basah. Penurunan *development* dan *stability time* pada terigu modifikasi panas basah terjadi karena berkurangnya fungsi gluten. Kerusakan gluten pada terigu modifikasi panas basah disebabkan karena terigu ini mengalami pemanasan yang lebih intensif melalui dua tahap pemanasan pada suhu 140°C dan 120°C.

Perubahan nilai gluten pada terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah disajikan pada Tabel 3. Terigu kontrol memiliki indeks gluten yang lebih tinggi dibandingkan terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah. Hal ini disebabkan sifat fungsional dari gluten terigu akan menurun akibat proses pemanasan (Singh dan MacRitchie 2004). Indeks gluten terigu modifikasi panas basah memiliki nilai yang paling rendah (tidak terdeteksi), proses pemanasan dua tahap dan penambahan uap air panas menyebabkan rusaknya sifat gluten pada tepung ini.

Tabel 3. Indeks gluten, gluten basah dan gluten kering terigu modifikasi dan terigu kontrol

	Gluten index	Wet gluten	Dry Gluten
TM _{pk}	78.97 ± 1.12 ^b	21.22 ± 0.30 ^b	7.23 ± 0.10 ^b
M _{pb}	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^c
:	93.00 ± 2.63 ^a	26.00 ± 0.18 ^a	8.00 ± 0.06 ^a

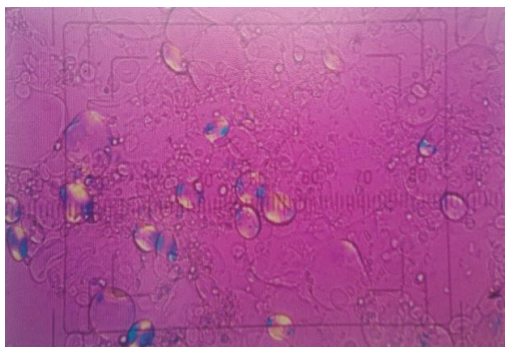
Indeks gluten mengindikasikan kekuatan gluten, semakin tinggi nilai indeks gluten semakin kuat gluten pada terigu. Sementara nilai gluten basah memberikan informasi mengenai jumlah dan perkiraan kualitas gluten yang ada pada terigu (AACC 2000).

Hasil pengamatan granula pati terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah disajikan pada Gambar 1A dan Gambar 1B. Menurut Thomas dan William, 1999 granula dari pati gandum memiliki bentuk lingkaran dan lentikular dengan ukuran bervariasi dari 338 µm. Berdasarkan Gambar 1A dan Gambar 1B bentuk

granula terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah masih menunjukkan sifat *birefringence* sebagaimana tepung terigu yang tidak mengalami modifikasi panas. Sifat *birefringence* adalah sifat granula pati yang dapat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga membentuk bidang biru dan kuning ketika dilihat pada mikroskop polarisasi. Terbentuknya warna biru dan kuning disebabkan adanya perbedaan indeks refraktif dalam granula pati yang dipengaruhi oleh daerah kristalin dan amorphous pati. Sifat *birefringence* menunjukkan bahwa pati belum mengalami gelatinisasi (Faridah *et al.*, 2014).



(a)



(b)

Gambar 1. Struktur granula TMpk (a) dan TMpb (b) dengan menggunakan mikroskop cahaya (pembesaran 400x)

Granula terigu modifikasi panas basah menunjukkan sifat *birefringence* yang lebih sedikit dibandingkan terigu modifikasi panas kering. Hal ini menunjukkan jumlah granula pati yang tergelatinisasi pada terigu modifikasi panas basah lebih banyak dibandingkan terigu modifikasi panas kering. Semakin lama waktu pemanasan, semakin besar pula energi panas yang diterima sehingga sifat *birefringence* granula semakin melemah. Pada terigu modifikasi panas basah, terigu mengalami dua kali pemanasan. Hal ini yang mempengaruhi sifat *birefringence* granulanya lebih lemah dibandingkan terigu modifikasi panas kering. Modifikasi panas tidak mengubah bentuk dari granula pati. Hal ini disebabkan pada proses modifikasi panas terjadi proses gelatinisasi parsial yang ditunjukkan dengan sifat *birefringence* pada pati yang masih ada (Pranoto *et al.* 2014; Ozawa *et al.*

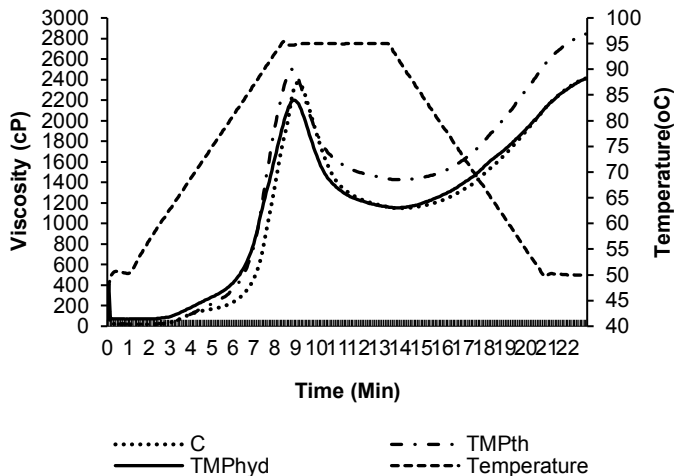
2009). Penelitian lain menunjukkan perlakuan modifikasi panas basah menyebabkan keretakan pada granula pati jagung dan pada pati beras yang memiliki kandungan amilosa tinggi yang diberi perlakuan modifikasi panas oleh HMT 25% permukaan granula menjadi berbentuk tidak teratur dan sedikit aglomerasi (Zavareze *et al.* 2010)

Sifat *pasting*

Hasil pengukuran RVA pada terigu modifikasi panas kering, terigu modifikasi panas basah dan terigu kontrol disajikan pada Tabel 4. *Pasting* adalah fenomena yang mengikuti proses gelatinisasi (Xie *et al.*, 2006), Suhu *pasting* adalah suhu saat awal terjadinya peningkatan viskositas pasta secara tiba-tiba selama proses gelatinisasi. Sementara suhu puncak merupakan suhu saat tercapainya viskositas pasta maksimum (Batey, 2007). Pada beberapa penelitian sebelumnya, modifikasi panas basah meningkatkan suhu *pasting* dan menurunkan viskositas puncak, viskositas akhir dan viskositas balik pada pati shorgum (Olayinka *et al.* 2008), pati beras (Hormdok dan Noomhorn 2007), pati jagung (Chung *et al.* 2009a) dan pati/tepung gandum (Chen *et al.* 2015). Efek modifikasi ini akan terjadi pada kadar air yang lebih tinggi dan temperatur modifikasi yang digunakan. Perubahan sifat *pasting* ini berhubungan dengan perubahan amorf dan sifat kristalin pada granula sepanjang modifikasi panas basah. Pada modifikasi panas kering ini ikatan hidrogen yang lama akan digantikan oleh ikatan hidrogen baru yang lebih kuat sehingga membutuhkan energi yang lebih kuat untuk merusak dan membentuk pasta sehingga menghasilkan temperatur *pasting* yang lebih tinggi (Adebowale *et al.* 2009). Perlakuan panas juga dapat mengurangi amylose leaching dan retrogradasi (Chung *et al.* 2009b). Menurut Ozawa *et al.* (2009) proses panas kering menyebabkan perubahan karakteristik viskositas yang terjadi akibat perubahan struktur molekul gluten selama proses modifikasi. Pada penelitian ini perubahan karakteristik viskositas pada terigu modifikasi panas juga disebabkan oleh perubahan sifat granula pati yang lebih *rigid* terhadap pemanasan.

Berbeda dengan modifikasi panas basah, modifikasi panas kering pada penelitian Buscella *et al.* 2015 meningkatkan viskositas puncak, viskositas *breakdown*, viskositas *setback* dan viskositas akhir. Pada penelitian ini, terigu modifikasi panas kering memiliki viskositas puncak, viskositas akhir dan viskositas *setback* yang lebih tinggi dibandingkan terigu kontrol. Sementara, terigu modifikasi panas basah memiliki viskositas puncak, viskositas akhir, viskositas *breakdown*, dan viskositas *setback* yang lebih rendah dibandingkan terigu kontrol. Nilai rasio *setback* terigu modifikasi panas yang lebih kecil dibandingkan terigu kontrol menunjukkan kemampuan terigu modifikasi panas terhadap pemanasan lebih stabil dibandingkan terigu kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa granula pada terigu modifikasi panas memiliki kemampuan mengikat air lebih kuat dibandingkan terigu kontrol. Dengan sifat ini terigu modifikasi panas berpotensi untuk digunakan pada aplikasi produk yang membutuhkan kemampuan

menahan air dan stabilitas *freeze thaw*. Suhu *pasting* terigu modifikasi panas kering dan terigu modifikasi panas basah memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan terigu kontrol. Hal ini sejalan dengan waktu *pasting* yang lebih singkat, kemungkinan disebabkan terigu modifikasi panas sudah mengalami gelatinisasi parsial sehingga mudah mengalami *swelling* (adanya peningkatan *swelling power*) yang dapat menurunkan suhu dan waktu *pasting*. Sifat *pasting* dari terigu modifikasi panas dan terigu kontrol disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sifat *pasting* terigu modifikasi panas kering, panas basah dan terigu kontrol

Hasil analisis fisikokimia terigu modifikasi panas menunjukkan bahwa terigu modifikasi panas kering dan panas basah mempunyai kadar protein yang tidak berbeda nyata. Kadar air terigu modifikasi panas kering dan panas basah lebih rendah dibandingkan tepung kontrol. Parameter kecerahan (*lightness*) pada terigu modifikasi panas kering lebih tinggi dibandingkan terigu modifikasi panas basah.

Hasil analisis sifat fungsional pada parameter *falling number* menunjukkan terigu modifikasi panas kering dan panas basah lebih rendah dibandingkan tepung kontrol, dan karakteristik adonan yang meliputi waktu pengembangan (*development time*), *stability time* dan penyerapan air (*water absorption*) menunjukkan terigu modifikasi panas kering memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan terigu kontrol. Sementara waktu pengembangan (*development time*), *stability time* pada terigu modifikasi panas basah lebih kecil dibandingkan terigu kontrol, dan penyerapan air (*water absorption*) pada terigu modifikasi panas basah memiliki nilai paling besar dibandingkan terigu modifikasi panas kering dan terigu kontrol. Penampakan mikroskop cahaya menunjukkan terigu modifikasi panas masih memiliki sifat *birefringence*, terigu modifikasi panas kering memiliki jumlah granula dengan sifat *birefringence* yang lebih banyak dibandingkan terigu modifikasi panas basah. Sifat *pasting* menunjukkan terigu modifikasi panas kering meningkatkan viskositas puncak, sementara modifikasi

panas basah menurunkan viskositas puncak. Terigu modifikasi panas kering dan panas basah memiliki nilai rasio kestabilan dan kemampuan mengikat air yang lebih baik dibandingkan terigu kontrol. Berdasarkan sifat *pasting* ini, terigu modifikasi panas berpotensi digunakan pada produk pangan yang membutuhkan kemampuan menahan air dan stabilitas *freeze thaw* yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [AACC] American Association of Cereal Chemist. 2000. *Approved Methods of American Association of Cereal Chemist*, 11 th ed. AACC. St.Paul, MN.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2010. *Falling Number in Wheat. How is it Calculated and What does it Mean to Producer? Soft Wheat Quality Lab*. Wooster, OH. USA.
- Al Dmoor M, Hanee. 2013. Cake flour : Functionality and Quality. *European Scientific Journal*, 9(3):166-180.
- Adebowale KO, Henle T, Schwarzenbolz U, Doert T. 2009. Modification and properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst Ex. A Rich) harms starch I: heat moisture treatment and annealing. *Food Hydrocolloids*, 23:1947-1957
- Batey IL. 2007. Interpretation of RVA curves. Di dalam *The RVA Handbook*. Crosbie GB dan Ross AS. AACC International.
- BucSELLA B, Agnes T, Viktoria V, Urs A dan Sandor T. 2015. Comparison of the effect of different heat treatment processes on rheological properties of cake and bread wheat flour. *Food Chemistry*, 190:990-996.
- Chen Xu, Xiaowei He, Xiang Fu, Qiang Huang. 2015. In vitro digestion and physicochemical properties of wheat starch/flour modified by heat-moisture treatment. *Journal of Cereal Science*, 63:109-115.
- Chesterton AKS, Wilson DI, Sadd PA, Moggridge GD. 2015. A novel laboratory scale method for studying heat treatment of cake flour. *Journal of Food Engineering*, 144:36-44.
- Chung HJ, Hoover R dan Liu Q. 2009a. The impact of single and dual hydrothermal modification on the molecular structure and physicochemical properties of normal corn starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 44:203-210
- Chung HJ, Liu Q dan Hoover R. 2009b. Impact of annealing and heat moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starch. *Carbohydrate Polymers*, 75:436-447.
- Faridah D, Dedi F, Nuri A, dan Titi CS. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut (*Maranta arundinaceae*). *Agritech*, 34(1):14-21.
- Hormdok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatment of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT-Food science and Technology*, 40:1723-1731.
- Jacobs H, dan Delcour, J. A. 1998. Hydrothermal modification of granular starch, with retention of the granular structure: A review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46:2895-2905

- Jayakody L, dan Hoover, R. 2008. Effect of annealing on molecular structure and physicochemical properties of starches of different botanical origins: Review. *Carbohydrates Polymers*, 74:691-703.
- Khamis, Moses. 2014. *Characterization and Evaluation of Heat Treated Wheat Flour*. [Desertasi]. Manhattan, Kansas : Kansas university.
- McCann TH, Leder A, Buckow R dan Day L. 2013. Modification of structure and mixing properties of wheat flour through high pressure processing. *Food Research International*, 53(1):352-362.
- Meza BE, Amy KS Chesterton, Verdini RA, Rubiolo AC, Sadd PA, Moggridge GD, Wilson DI. 2011. Rheological characterisation of cake batters generated by planetary mixing: Comparison between untreated and heat treated wheat flours. *Journal of food Engineering* 104:592-602.
- Nakamura C, Yoshiki K, Seguchi M. 2008. Increased volume of Kasutera cake by dry heating of wheat flour. *Food Science and Technology Research*, 14:431-436
- Neil G, Ala'a HA, dan Magee TRA. 2012. Optimisation of time/temperature treatment for heat treated soft wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 113:422-246
- Olayinka OO, Adebowale KO, Olu-Owolabi BI. 2008. Effect of heat moisture treatment on physicochemical properties of white sorgum starch. *Food Hydrocolloids*, 22:225-230.
- Ozawa M, Kato Y dan Seguchi M. 2009. Investigation of dry heated hard and soft wheat flour. *Starch/Starke* 61 (7):398-406
- Papadakis S E, Abdul-Malek S, Kamdem R E, & Yam KL. 2000. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. *Food Technology*, 54(12):48-51.
- Pranoto Y, Rahmayuni, Haryadi, dan Raksit SK. 2014. Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal*, 21(5):2031-2038.
- Purhagen JK, Sjoon ME dan Eliasson A-C. 2011. The use of normal and heat-treated barley flour and waxy barley starch as antistaling agents in laboratory and industrial baking processes. *Journal of Food Engineering*, 104(3): 441-421.
- Purhagen JK, Sjoon ME dan Eliasson A-C. 2012. The anti-staling effect of pre-gelatinized flour and emulsifier in gluten-free bread. *European Food Research and Technology*, 235:265-276
- Russo JV, Doe CA, 1970. Heat treatment of flour as an alternative to chlorination. *Journal of Food Technology*, 5:363-374
- Singh H, dan MacRitchie F. 2004. Changes in Protein induced by heating gluten dispersions at high temperature. *Journal of Cereal Science*, 39:297-301
- Stathopoulos CE, Tsiami AA, David Schofield J, Dobraszczyk BJ. 2008. Effect of heat on rheology, surface hydrophobicity and molecular weight distribution of gluten extracted from flours with different bread making quality. *Journal of Cereal Science*, 47:134-143.
- Thomas DJ dan William AA. 1999. *Starch*. Eagan press Handbook Series. Minnesota, USA.
- Xie F, Liu H, Chen P, Xue T, Chen L, Yu L, Corrigan P. 2006. Starch gelatinization under shearless and shear condition. *International Journal of Food Engineering* 105:164-172.
- Zavareze ER, Storck CR, Castro LAS, Schirmer MA, dan Dias ARG. 2010. Effect of heat moisture treatment on rice starch of varying amylose content. *Food Chemistry*, 121:358-365

JMP-07-15-002- Naskah diterima untuk ditelaah pada 18 Juli 2015. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 9 Agustus 2015. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>