

Karakteristik Tekstur Brownies yang Dipanggang dengan Microwave dengan Penambahan Pati Termodifikasi

Texture Characteristics of Microwave-Baked Brownies with the Addition of Modified Starches

Medi Nova¹, Feri Kusnandar², Elvira Syamsir²

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

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

Abstract. *Microwave-baked brownies easily experiences high moisture loss and staling during storage. This research studied the effects of modified starch addition in the formula of brownies premix to the texture characteristics and staling inhibition of microwave-baked brownies during storage. Three types of modified starches, i.e. pregelatinized and crosslinked waxy corn starch (PIW), pregelatinized potato starch (PK), and pregelatinized or hydroxypropylated-substituted waxy corn (PHW) were tested. The microwave was set at medium-high heating temperature (90-95°C, 600 watts) for 5 minutes. The texture characteristics (hardness, cohesiveness, adhesiveness) and sensory characteristics (pore of crumb, moist-ness, softness, density and overall acceptance) were evaluated during storage. Freshly microwave-baked brownies with the addition of starch PIW or PHW for 1% had excellent texture. However, brownies with the addition of starch PHW showed the most stable texture and least staling after three-day storage based on its moistness, density and overall acceptability. However, the product had softness for two-day storage.*

Keywords: *brownies, microwave, modified starch, staling.*

Abstrak. Pemanggangan brownies premix dengan *microwave* menghasilkan brownies yang lebih kering dan lebih cepat mengalami *staling* selama penyimpanan. Penelitian ini mempelajari pengaruh penambahan pati termodifikasi dalam formulasi premix brownies yang kemudian dipanggang dengan microwave terhadap kualitas tekstur dan kemampuannya menghambat *staling* selama penyimpanan. Jenis pati termodifikasi yang digunakan adalah pati pregelatinisasi dan ikatan silang dari jagung waxy (pati PIW), pati pregelatinisasi dari kentang (pati PK), dan pati pregelatinisasi dan disubsitusi hidroksipropilasi dari jagung waxy (pati PHW). *Microwave* diatur pada suhu pemanasan sedang-tinggi (90-95°C, 600 watt) dengan waktu panggang tiga menit. Perubahan tekstur brownies, yaitu karakteristik fisik (kekerasan, kohesivitas dan kelengketan) dan karakteristik organoleptik (pori-pori *crumb*, *moistness*, kelembutan, kepadatan dan penerimaan keseluruhan) dievaluasi selama penyimpanan. Penggunaan pati PIW dan PHW sebanyak 1% menghasilkan mutu brownies *microwave* awal yang paling baik. Penambahan pati PHW mampu menghambat *staling* dari brownies *microwave* paling efektif selama tiga hari penyimpanan berdasarkan kriteria moistness, kepadatan dan kriteria penerimaan keseluruhan namun hanya dua hari penyimpanan berdasarkan kelembutan.

Kata kunci: Brownies, *microwave*, pati termodifikasi, *staling*

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi kepada pelaku usaha untuk mengembangkan premix brownies yang dapat dipanggang secara singkat dengan menggunakan *microwave*. Penambahan pati pregelatinisasi dari jagung waxy sebanyak 1% menghasilkan brownies awal yang terbaik. Penambahan pati pregelatinisasi yang dikombinasikan dengan hidroksipilasi sebanyak 1% mampu menghambat *staling* brownies selama tiga hari penyimpanan.

PENDAHULUAN

Brownies merupakan salah satu kelompok produk bakeri yang banyak digemari masyarakat. Hasil survei Sumarwan (2013) terhadap konsumsi kue produk bakeri, jenis kue yang paling banyak dibeli konsumen adalah jenis brownies, disusul kue kering, kue basah, black forest dan lain-lain. Saat ini mulai berkembang produk bakeri

yang disajikan secara langsung di depan konsumen, sehingga kecepatan penyajian menjadi sangat penting agar konsumen tidak menunggu terlalu lama. Penyajian cepat dapat dilakukan dengan berkembangnya premix brownies yang bisa disiapkan dalam waktu singkat. Keuntungan lain dari premix brownies adalah mutu brownies yang dihasilkan relatif seragam. Brownies

biasanya langsung dikonsumsi atau disimpan dalam waktu yang tidak terlalu lama (2-3 hari).

Kemampuan *microwave* untuk memasak atau memanggang produk secara volumetrik menyebabkan *microwave* saat ini banyak digunakan dalam penyiapan pangan cepat saji (Kumar *et al.* 2014). Brownies berpotensi untuk dibuat sebagai produk pangan siap saji yang dapat disiapkan dengan cepat dengan menggunakan *microwave*. Gelombang elektromagnetik *microwave* menghasilkan pemanasan di bagian dalam makanan yang relatif lebih besar sehingga meningkatkan aliran uap air dari dalam ke permukaan (Chavan dan Chavan 2010). Sifat dielektrik (konstanta dielektrik (ϵ') dan *dielectric loss factor* (ϵ'')) berperan dalam proses pemanasan makanan dalam oven *microwave*. Konstanta dielektrik adalah kemampuan bahan untuk menyimpan energi *microwave* sedangkan *dielectric loss factor* adalah kemampuan bahan mengubah energi *microwave* menjadi panas (Calay *et al.* 1994).

Kelemahan produk yang dipanggang dengan *microwave* adalah produk lebih kering dan lebih cepat mengalami *staling* (Seyhun *et al.* 2005). *Staling* dapat terjadi karena air bermigrasi dari *crumb* ke *crust* dan fenomena retrogradasi pati selama penyimpanan. Retrogradasi pati terjadi karena reasosiasi polimer amilosa dan amilopektin yang dapat terjadi selama penyimpanan (Cauvain 2012). Seyhun *et al.* (2003) melaporkan penggunaan emulsifier, gum dan lemak mampu menghambat *staling* pada kue yang dipanggang dengan *microwave* selama penyimpanan. Dalam penelitiannya yang lain, Seyhun *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa *staling* kue yang dipanaskan dengan *microwave* dapat dihambat dengan penambahan pati pregelatinisi.

Kombinasi pati termodifikasi pregelatinisasi dan ikatan silang mampu mempertahankan kandungan air produk setelah pemanggangan dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap pengadukan yang lebih lama sedangkan kombinasi pati termodifikasi pregelatinisasi dan substitusi mampu mempertahankan kandungan air produk setelah pemanggangan dan memperlambat *staling* selama penyimpanan sehingga umur simpan produk meningkat (Thomas dan Atwell 2008). Namun demikian, penggunaan pati termodifikasi dalam produk brownies *microwave* untuk mengurangi *staling* belum ada yang melaporkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis dan konsentrasi pati termodifikasi yang dapat memberikan tekstur brownies yang terbaik setelah dipanggang dengan *microwave* dan yang mampu menghambat *staling* dari brownies yang dihasilkan selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan dan formulasi *premix brownies* adalah tepung terigu protein sedang (35%), gula (30%), coklat bubuk (8%), *butter oil substitute* (7%), susu bubuk (2%), *baking powder* (2%), lesitin bubuk (1%), perisa coklat (0.5%)

dan garam (0.15). *Brownies* dibuat dengan mencampurkan 100 g *premix brownies* dengan 40 g telur, 40 g minyak sayur dan 20 g air ke dalam mangkok. Adonan diaduk menggunakan sendok dan ditempatkan sebanyak 60 g ke dalam cetakan kue berbentuk silinder dengan tinggi 5 cm (diameter 10 cm). Jenis pati termodifikasi yang digunakan untuk mensubstitusi tepung terigu adalah pati jagung *waxy* termodifikasi pregelatinisasi dan ikatan silang (granula pati 65% lolos saringan 140 mesh) (selanjutnya disebut pati PIW), pati kentang pregelatinisasi (granula pati 63% lolos saringan 140 mesh) (selanjutnya disebut pati PK), dan pati jagung *waxy* pregelatinisasi dan termodifikasi hidroksipropilasi (granula pati 93% lolos saringan 140 mesh) (selanjutnya disebut pati PHW).

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan *premix brownies* adalah timbangan analitik, mangkok, sendok, cetakan kue untuk *microwave*, plastik dan sendok. *Microwave* yang digunakan adalah merk Elektrolux (panjang 34 cm, lebar 20 cm dan tinggi 25 cm, skala daya 100-800 watt) memiliki frekuensi 2450 MHz dengan ukuran *chamber* panjang 26 cm, lebar 15 cm dan tinggi 20 cm. Peralatan analisis yang digunakan adalah *Moisture analyzer*, *Rapid Visco Analyzer* (RVA) dan *Texture analyzer* (TA-XT2).

Tahapan Penelitian

Karakterisasi profil pasting pati termodifikasi. Pati termodifikasi yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dianalisis kadar air dan profil *pastingnya* dengan menggunakan RVA.

Identifikasi Skor Kritis Mutu Sensori Brownies Microwave. Al-Muhtaseb *et al.* (2013) menyatakan bahwa tekstur merupakan salah satu atribut kualitas yang utama dalam produk bakeri yang diproses dengan *microwave*, sehingga dalam penelitian ini dipilih sebagai atribut untuk mengevaluasi mutu *brownies*. Atribut mutu, deskripsi setiap rating pada setiap atribut mutu, metode pengujian organoleptik *brownies microwave* dan skor minimal penerimaan kualitas tekstur *brownies* selama penyimpanan ditentukan oleh 10 orang panelis terlatih melalui proses *focus group discussion* (FGD) (Resurreccion 1998). Panelis diminta menilai *brownies microwave* yang terbaik dengan mengacu pada *brownies* kukus karena tampilan *brownies microwave* memiliki kesamaan dengan *brownies* kukus.

Suhu dan Waktu Panggang Brownies Microwave. Kombinasi suhu dan waktu yang tepat akan berpengaruh terhadap pembentukan tekstur *brownies microwave* (Sakiyan *et al.* 2007). Tahapan ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu panggang yang dapat memberikan tekstur brownies yang terbaik. Pemanggangan dilakukan pada suhu pemanasan sedang (80-85° C, daya 400 watt) dan sedang-tinggi (90-95° C, daya 600 watt) selama 3, 4 dan 5 menit. *Brownies* yang dihasilkan dari kombinasi suhu dan waktu pemanggangan tersebut kemudian diuji secara organoleptik.

Jenis dan Konsentrasi Pati Termodifikasi yang Menghasilkan Mutu Brownies Terbaik. Pati

termodifikasi PIW, PK dan PHW ditambahkan sebanyak 1% dan 2% dari total berat *premix brownies*. Pati termodifikasi yang ditambahkan ke dalam *premix brownies* dengan mengurangi jumlah tepung terigu. *Premix* tanpa penambahan pati termodifikasi digunakan sebagai kontrol. Selanjutnya semua sampel dianalisa karakteristik fisik dan organoleptik selanjutnya ditentukan dua sampel yang menghasilkan *brownies* dengan mutu terbaik.

Stabilitas Tekstur Brownies Microwave Selama Penyimpanan. *Brownies* kontrol dan dua sampel yang menghasilkan mutu awal *brownies microwave* yang terbaik dipilih untuk dievaluasi stabilitasnya dalam menghambat *staling* selama tiga hari penyimpanan pada suhu kamar. Selama penyimpanan *brownies* yang masih di dalam cetakan silinder disimpan dalam karton kraft tertutup. Analisis kadar air, karakteristik tekstur fisik dan organoleptik *brownies microwave* dilakukan setiap hari oleh 10 panelis terlatih

Metode Analisis

Analisis Profil Pasting Pati. Analisis dilakukan dengan menggunakan RVA dengan mengikuti prosedur USWA (2007) yang dimodifikasi. Modifikasi dilakukan dengan mengurangi jumlah sampel dari 3 g menjadi 2 g dikarenakan viskositas sampel pati PHW yang terlalu tinggi sehingga tidak dapat dibaca oleh RVA. Sampel (berat kering) disuspensikan ke dalam ± 26 mL air destilasi. Berat sampel dan air yang ditambahkan sesuai dengan kadar air pati awal. Suspensi dipanaskan hingga suhu 50°C dan dipertahankan selama 1 menit, kemudian dipanaskan lebih lanjut hingga mencapai suhu 95°C dengan kecepatan pemanasan 6°C/menit dan dipertahankan selama 5 menit. Setelah itu dilakukan pendinginan hingga mencapai suhu 50°C dengan kecepatan pendinginan 6°C/menit. Informasi yang dapat diperoleh dari kurva viskograf adalah viskositas maksimal (cP), viskositas holding (cP), viskositas *breakdown* (cP) dan viskositas *set back* (cP).

Kadar Air (AOAC 2005). Kadar air *brownies* dianalisis dengan *moisture analyzer* dengan metode *loss on drying* (LOD). LOD mengukur persen perubahan berat bahan terhadap berat awal bahan sebagai hasil dari proses pengeringan. Nilai ini merupakan persen kadar air produk. Sebanyak 2 g contoh dimasukkan ke dalam *moisture analyzer*, dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 15-20 menit.

Analisis Profil Tekstur. Analisis tekstur *brownies* diukur dengan menggunakan TA-XT2 dengan merujuk pada metode yang dikembangkan oleh Bourne (2002). Sampel dalam bentuk seperempat lingkaran (diameter 10 cm) dan ketinggian 4 cm diletakkan pada bagian tengah lingkaran. Pengujian dilakukan pada kecepatan 1 mm/detik, kecepatan sebelum pengujian 2 mm/detik dan kecepatan setelah pengujian 1 mm/detik, dan *post test* dengan *strain* 50%. Penekanan menggunakan *probe* yang terbuat dari lempeng aluminium dengan diameter 75 mm (SMS P/75). Kekuatan *trigger* yang digunakan adalah 5 g. Sampel ditekan dua kali untuk memperoleh profil

tekstur *brownies* sehingga diperoleh data parameter tekstur (kekerasan, kohesivitas dan kelengketan).

Analisis Organoleptik. Analisis organoleptik dilakukan pada setiap tahap penelitian oleh 10 orang panelis terlatih dengan menggunakan uji rating intensitas dan hedonik (Meilgaard *et al.* 2006). Atribut organoleptik yang diuji adalah pori-pori *crumb*, *moistness*, kepadatan, kelembutan, dan kesukaan terhadap keseluruhan kriteria. Skala yang digunakan adalah skala 1-5 dengan deskripsi skala pada parameter pori-pori *crumb* 1 (sangat kasar) sampai 5 (sangat halus). Atribut *moistness* menggunakan skor 1 (sangat kering/beremah) sampai 5 (sangat moist). Atribut kepadatan menggunakan skor 1 (sangat padat) sampai 5 (sangat ringan). Atribut kelembutan menggunakan skor 1 (sangat tidak lembut) sampai 5 (sangat lembut). Atribut penerimaan keseluruhan menggunakan skala hedonik dengan skor 1 (sangat tidak suka) sampai 5 (sangat suka). Deskripsi skor untuk setiap atribut uji ditetapkan dan dikomunikasikan kepada panelis. Selain itu ditetapkan skor 3 sebagai skor minimal penerimaan tekstur *brownies microwave* selama penyimpanan.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap untuk analisis sensori pada tahapan penetapan suhu dan waktu panggangan. Rancangan acak kelompok pada tahapan penentuan jenis dan konsentrasi pati termodifikasi yang menghasilkan mutu terbaik. Data diperoleh diuji lanjut menggunakan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Pasting Pati

Profil *pasting* tepung terigu dan pati modifikasi PIW, PK dan PHW disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Suhu *pasting* adalah suhu pada saat pertama kali viskositas larutan pati mulai meningkat. Pati PIW, PK dan PHW adalah pati pregelatinisasi, sehingga sebelum pemanasan telah bersifat larut dan memiliki nilai kekentalan sehingga suhu awal *pasting* tidak terukur. Pati PIW dan PHW merupakan pati termodifikasi yang berasal dari jagung *waxy* yang memiliki kemampuan mengikat air lebih tinggi dibandingkan pati kentang (Seyhun *et al.* 2005). Penambahan modifikasi pati ikatan silang pada pati PIW dan modifikasi hidroksipropilasi pada pati PHW meningkatkan viskositas pati karena kemampuan mengikat air menjadi lebih tinggi (Kusnandar 2010).

Pati PIW, PK dan PHW tidak memiliki viskositas maksimum saat pemanasan. Viskositas *breakdown* menggambarkan tingkat kestabilan pasta pati terhadap proses pemanasan. Viskositas *breakdown* yang digunakan adalah viskositas *breakdown* relatif terhadap viskositas maksimum untuk tepung terigu dan viskositas awal untuk tiga jenis pati PIW, PK dan PHW. Berdasarkan viskositas *breakdown* relatif tersebut, pati PHW paling stabil pada proses pemanasan sedangkan tepung terigu paling tidak stabil selama pemanasan.

Viskositas *setback* menggambarkan tingkat kecenderungan proses *retrogradasi* pasta pati. Viskositas *setback* yang digunakan adalah viskositas *setback* relatif terhadap viskositas pati pada suhu 90°C sebelum suhu mulai diturunkan (viskositas *holding*). Tepung terigu menunjukkan kecenderungan paling cepat mengalami *retrogradasi* menyusul pati PHW dan pati PIW sedangkan pati PK paling lama mengalami *retrogradasi*. Pati yang memiliki tingkat *retrogradasi* rendah mengindikasikan kemampuan pati yang lebih baik mempertahankan tekstur selama penyimpanan (Copelan *et al.* 2009). Tepung terigu paling cepat mengalami *retrogradasi* karena pati pada tepung terigu tidak termodifikasi sehingga tidak ada mekanisme yang dapat menghambat terjadinya *retrogradasi* pada proses pendinginan. Pati PHW memiliki ukuran granula pati yang paling kecil sehingga lebih cepat mengalami *retrogradasi* dari pati PK dan PIW (Zhao *et al.* 2015).

Tabel 1. Profil pati termodifikasi PIW,PK, PHW dan tepung terigu

Sampe l	Visko- sitas awal (cP)	Visco- sitas max (cP)	Break- down (cP)	Set back (cP)	Hold- ing (cP)	Setback relative (cP)	Brea k down relati f (cP)
Pati PIW	2329	-	366	740	896	0.83	0.16
Pati PK	118	-	41	44	77	0.57	0.35
Pati PHW	3342	-	208	1571	1733	0.90	0.06
Tepung terigu	-	330	107	279	223	1.25	0.32

Parameter Mutu Sensori *Brownies Microwave*

Dalam forum *focus group discussion* (FGD) panelis diminta untuk mendeskripsikan atribut mutu *brownies microwave* yang baik dengan mengacu pada mutu *brownies* kukus. Hasil FGD mengidentifikasi parameter mutu *brownies microwave* yang baik, yaitu yang memiliki tekstur yang *moist* (basah), lembut, ringan dan tidak beremah, kematangan yang seragam, pori-pori yang halus dan seragam serta mutu *brownies* yang bertahan sampai 3-5 hari penyimpanan. Rekomendasi tekstur *brownies microwave* tersebut diterjemahkan dalam bentuk atribut mutu, rating deskripsi dan metode pengujian organoleptik. Atribut mutu yang diuji meliputi pori-pori *crumb*, *moistness*, kepadatan, kelembutan, dan rating hedonik keseluruhan kriteria. Deskripsi dan metode pengujian yang disepakati panelis terlatih disajikan pada Tabel 2.

Suhu dan Waktu Panggang *Brownies Microwave*

Penerimaan mutu *brownies microwave* terhadap suhu dan waktu panggang dilakukan dengan mengukur derajat penerimaan konsumen melalui uji rating atribut dan rating hedonik. Uji rating atribut bertujuan untuk mengetahui intensitas penerimaan panelis terhadap atribut yang telah ditetapkan oleh panelis pada kondisi pengujian sedangkan rating hedonik untuk mengetahui penerimaan, kesukaan dan preferensi panelis terhadap suatu produk

dibandingkan produk yang lainnya (Ackbarali dan Maharaj 2014).

Tabel 3 memperlihatkan skor uji organoleptik suhu dan waktu panggang *brownies*. Pada suhu panggang sedang-tinggi (90-95°C, 600 W) semakin lama waktu panggang, *brownies* menjadi semakin kering dan tidak lembut. Hal ini sejalan dengan penelitian Al-Muhtaseb *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa kue madeira semakin mengeras dengan meningkatnya waktu pemanggangan pada suhu pemanggangan 50% power (350 W). Sakiyan *et al.* (2007) menjelaskan peningkatan suhu dan waktu menurunkan dielektrik konstan dan dielektrik *loss factor* produk sehingga energi panas yang dihasilkan lebih besar. Perbedaan suhu pemanggangan tidak memberikan perbedaan yang nyata pada pori-pori, *moistness*, kelembutan dan kepadatan *brownies* (Tabel 3). Hal ini diduga karena perbedaan suhu panggang yang tidak terlalu besar (200 W). Pemilihan suhu dan waktu panggang terbaik dipilih berdasarkan rating kesukaan panelis terhadap keseluruhan kriteria yaitu suhu panggang sedang-tinggi (suhu 90-95°C, 600 W) dengan waktu pemanggangan 3 menit.

Jenis dan Konsentrasi Pati Termodifikasi Terbaik

Karakteristik Fisik. Menurut Seyhun (2005) kekerasan dan kohesivitas *layer cake* berkorelasi dengan kehilangan kadar air selama pemanggangan. *Layer cake* yang memiliki kehilangan kadar air tinggi akan memiliki kekerasan produk yang lebih tinggi dan kohesivitas yang lebih baik.

Hasil analisis kadar air semua sampel menunjukkan tidak berbeda secara nyata. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Al-Muhtaseb *et al.* (2013) terhadap kue madeira yang menyatakan penambahan pati pregelatinisasi sebesar 20% dari tepung terigu meningkatkan kadar air produk. Hal ini diduga karena konsentrasi penambahan pati PIW, PK dan PHW tidak cukup besar (3 - 6% tepung terigu) dan densitas adonan *brownies* lebih tinggi dari adonan kue madeira sehingga tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kemampuan mengikat air produk.

Hasil analisis kekerasan *brownies microwave* pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan pati PIW, PK atau PHW tidak berpengaruh terhadap kekerasan *brownies* kontrol, sedangkan penambahan konsentrasi pati 2% menghasilkan *brownies* yang lebih keras dibandingkan sampel lainnya. Kombinasi pati dan konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda. Penambahan pati PHW 2% menghasilkan *brownies microwave* paling keras sedangkan sampel yang lain memiliki kekerasan yang relatif sama. Hasil ini tidak sejalan dengan penemuan Seyhun (2005) perihal hubungan kekerasan dan kadar air, kadar air semua sampel tidak berbeda secara nyata tetapi tidak menghasilkan kekerasan yang sama untuk semua sampel.

Kekerasan yang dimiliki *brownies microwave* pati PHW 2% disebabkan kemampuan mengikat air pati PHW lebih tinggi dibandingkan sampel yang lainnya.

Tabel 2. Deskripsi dan metode pengujian parameter uji sensori *brownies* hasil *focus group discussion*

Atribut Mutu	Metode Uji	Deskripsi	Skor 1	Skor 5
Pori-pori	Tampilan visual kehalusan pori-pori	Pori-pori lemah = kasar, Pori-pori kuat = halus	Kasar	Halus
Moistness	Mendeteksi basah saat di dalam mulut setelah gigitan pertama tanpa penambahan air liur.	Basah lemah = kering, Basah kuat = basah	Kering	Basah
Kepadatan	Mendeteksi poros (pengem bangan udara) saat gigitan pertama.	Kepadatan lemah = ringan, Kepadatan kuat = padat	Ringan	Padat
Kelembutan	Kelembutan di dalam mulut saat air liur pertama ditambahkan ke dalam produk	Kelembutan lemah = kasar. Kelembutan kuat = lembut, halus	Kasar	Halus
Keseluruhan parameter (rating hedonik)	Penilaian tekstur pada saat gigitan pertama sampai produk ditelan	Tekstur jelek = tidak suka. Tekstur bagus = suka	Tidak suka	Suka

Tabel 3. Skor sensori *brownies* pada suhu dan waktu pemanggangan yang berbeda

Perlakuan		Pori-pori	Moistness	Kepadatan	Kelembutan	Hedonik Keseluruhan
Suhu	Waktu					
Sedang (80-85°C)	3 menit	3.5 ± 1.35 ^{ab}	3.5±1.35 ^a	2.7±1.16 ^{ab}	3.8±1.16 ^a	2.4±1.17 ^b
	4 menit	3.7±0.95 ^{ab}	2.8±1.03 ^{ab}	2.8±1.03 ^{ab}	3.4±1.03 ^a	3.2±1.32 ^{bc}
	5 menit	3.0±1.05 ^{ab}	1.5±0.53 ^c	1.8±0.92 ^{cd}	1.6±0.92 ^{bc}	1.7±0.95 ^{cd}
Sedang tinggi (90-95°C)	3 menit	4.0±1.15 ^a	3.5±1.08 ^a	3.4±1.26 ^a	3.9±1.26 ^a	4.4±0.97 ^a
	4 menit	2.7±1.16 ^b	2.6±0.97 ^b	2.2±0.63 ^{bc}	2.3±0.63 ^b	2.5±1.08 ^{bc}
	5 menit	2.9±1.07 ^b	1.1±0.94 ^c	1.3±0.63 ^d	1.1±0.63 ^c	1.1±1.07 ^d

Nilai (dalam numerik) disajikan sebagai nilai rata-rata (n=10) ± SD

Huruf Superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5% (p<0.05)

Hal ini sejalan dengan hasil *pasting* pati yang memperlihatkan pati PHW memiliki viskositas awal yang paling tinggi karena memiliki ukuran granula pati yang paling kecil. Selain itu pati PHW termodifikasi pregelatinisasi dan hidrosipropilasi memiliki kemampuan mengikat air lebih besar dibandingkan pati termodifikasi lainnya (Kusnandar 2010). Tingginya air yang terikat menurunkan dielektrik konstan dan dielektrik *loss factor brownies* sehingga mempercepat aliran uap air dari pusat ke permukaan produk yang berakibat produk mengalami kehilangan air lebih cepat dan menjadi lebih keras (Al-Muhtaseb *et al.* 2013).

Kohesivitas menunjukkan kekuatan ikatan internal dalam struktur produk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kohesivitas *brownies* dengan pati PIW, PK, PHW dan kontrol tidak berbeda nyata sama halnya dengan kadar air produk. Hasil ini sejalan dengan penelitian Al-Muhtaseb (2013) yang menyatakan kohesivitas produk dipengaruhi oleh kandungan air produk. Semakin tinggi kandungan air produk maka kohesivitas akan semakin tinggi.

Kelengketan *brownies* berdasarkan analisis ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa penambahan pati PIW menghasilkan *brownies* yang lebih lengket dibandingkan *brownies* lainnya. Penambahan konsentrasi pati 2% menghasilkan *brownies* yang paling lengket. Kombinasi pati dan konsentrasi menghasilkan *brownies* dengan pati PIW 2% paling lengket untuk semua sampel. Hasil ini berbeda dengan penelitian Miyazaki (2008) yang menunjukkan bahwa roti dengan penambahan pati tapioka termodifikasi ikatan silang memiliki *crumb* yang kering sedangkan roti dengan pati tapioka termodifikasi hidrosipropilasi memiliki *crumb* yang lengket. Hal ini

diduga karena sumber pati yang digunakan berbeda sehingga tidak dapat memberikan hasil yang sama.

Karakteristik Organoleptik. Evaluasi kelembutan produk bakeri sebagai faktor pengukuran kecepatan *staling* memiliki dua aspek yaitu kelembutan produk saat di awal dan kelembutan selama penyimpanan (Sluimer, 2007). Pada tahap ini dipilih dua sampel *brownies microwave* yang memiliki mutu awal yang terbaik. Skor sensori ketujuh sampel tersaji pada Tabel 5. Hasil analisa ragam menunjukkan penambahan pati termodifikasi 1% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap poripori *crumb*. Hal ini disebabkan karakter produk *brownies* yang mengandung lemak dan air yang tinggi serta memiliki densitas adonan yang tinggi sehingga penambahan pati termodifikasi sampai 2% tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Brownies dengan penambahan pati PIW, PK dan PHW sebesar 2% menghasilkan tekstur yang lebih kering, ringan dan kurang lembut serta kurang disukai panelis dibandingkan kontrol dan konsentrasi 1%. Semakin tinggi penambahan pati termodifikasi, *brownies* mengalami kehilangan air lebih cepat dan produk menjadi lebih keras (tidak moist) (Sakiyan 2007, Al-Muhtaseb 2013). Penambahan pati PIW, PK dan PHW sebesar 1% (3.3% dari berat tepung terigu) memiliki *moistness*, kepadatan, kelembutan dan rating kesukaan keseluruhan yang sama dengan *brownies* kontrol. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Seyhun *et al.* (2005) yang menunjukkan bahwa penambahan pati pregelatinisasi sebesar 5% dari berat tepung terigu pada *layer cake* yang dipanggang dengan *microwave* menghasilkan tekstur kue yang lebih *moist* dan lembut. Perbedaan hasil ini diduga karena perbedaan

Tabel 4. Kekerasan dan kelengketan *brownies* dengan penambahan pati termodifikasi

Parameter Uji	Sampel	0% (kontrol)	1%	2%	Total
Kekerasan	PIW	573.29±72.78 ^c	587.60±54.67 ^{bc}	643.03±58.43 ^b	601.31±61.23 ^a
	PK	573.29±72.78 ^c	632.43±70.12 ^{bc}	668.88±60.70 ^b	624.87±65.36 ^a
	PHW	573.29±72.78 ^c	515.83±75.14 ^b	778.92±99.97 ^a	622.68±161.2 ^a
	Total	573.29±72.78 ^b	578.62±80.70 ^b	696.94±93.29 ^a	
Kelengketan	PIW	22.49±11.41 ^b	28.57±17.38 ^b	94.64±47.12 ^b	61.61±48.70 ^a
	PK	22.49±11.41 ^b	18.20±0 ^b	27.81±12.95 ^b	23.00±12.48 ^b
	PHW	22.49±11.41 ^b	17.60±5.04 ^b	0±0 ^a	17.06±5.04 ^b
	Total	22.49±11.41 ^b	21.46±12.72 ^{ab}	40.82±48.28 ^a	

PIW (pati jagung *waxy* pregelatinisasi-ikatan silang); PK (pati kentang pregelatinisasi); PHW (pati jagung *waxy* pregelatinisasi-hidroksipropilasi)
 Nilai (dalam numerik) disajikan sebagai nilai rata-rata (n=10) ± SD
 Huruf superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5% (p<0.05)

densitas adonan *layer cake* yang lebih rendah dan konsentrasi pati yang digunakan dalam formulasi.

Dari nilai skor sensori keseluruhan pati PIW 1% dan pati PHW 1% cenderung memiliki skor yang lebih tinggi dalam hal *moistness*, kepadatan, kelembutan dan kesukaan terhadap keseluruhan parameter dibandingkan sampel yang lain. Pati PK yang 1% memiliki skor yang lebih rendah dari kedua sampel pati termodifikasi dari

jagung *waxy* (PIW dan PHW) karena pati PK hanya termodifikasi pregelatinisasi sehingga viskositas awal lebih rendah. Akibatnya kemampuan menahan uap air pada *brownies microwave* lebih rendah dibandingkan pati PIW dan PHW. Dari tahapan ini dipilih *brownies microwave* dengan pati PIW 1% dan PHW 1% yang memiliki kualitas terbaik dalam hal *moistness*, kepadatan, kelembutan dan kesukaan terhadap keseluruhan parameter.

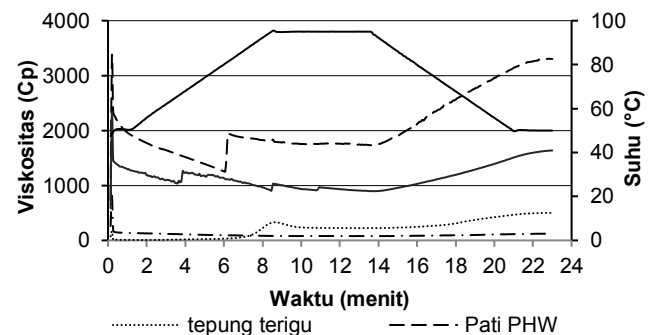
Stabilitas Tekstur *Brownies Microwave* Selama Penyimpanan

Selama penyimpanan kue yang dipanggang dengan *microwave* lebih cepat mengalami perubahan fisik dan kimia atau *staling* (Seyhun *et al.* 2005). Mekanisme *staling* selama penyimpanan dapat diakibatkan oleh perubahan polimer pati, adanya migrasi air dari *crust* ke *crumb* kue atau roti, dan kekeringan *crumb* (Cauvain, 2012). Kekeringan kue tidak dapat menjelaskan proses *staling* tetapi mungkin dapat mempercepat reaksi menuju *staling* (Cauvain, 2012). Perubahan kadar air *brownies microwave* selama tiga hari penyimpanan disajikan pada Gambar 1.

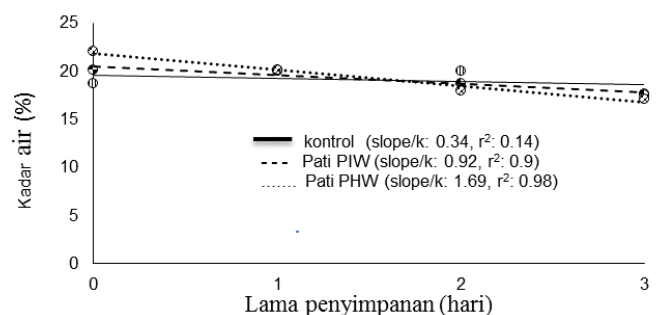
Laju penurunan kadar air *brownies microwave* selama penyimpanan tersaji pada Gambar 2. Laju penurunan *brownies* dengan penambahan pati PIW 1% (0.92) dan pati PHW 1% (1.69) lebih cepat dibandingkan penurunan kadar air *brownies* kontrol (0.34). Hal ini tidak sejalan dengan penelitian Seyhun *et al.* (2005) yang menyatakan pati pregelatinisasi memiliki kehilangan berat kue yang paling rendah selama penyimpanan. Hasil ini diduga karena pati PIW dan pati PHW yang berasal dari pati jagung *waxy* memiliki kandungan amilopektin

hampir 100%. Hasil ini sejalan dengan penelitian Lebesi (2011) yang menyatakan *staling* kue yang diperkaya dengan cereal *bran* diinduksi oleh meningkatnya jumlah amilopektin yang *terretrogradasi*.

Karakteristik Fisik. Perubahan tekstur yang paling menentukan selama penyimpanan adalah perubahan kekerasan dan kohesivitas (Gomez *et al.* 2010). Perubahan kekerasan *brownies microwave* tersaji pada Gambar 3. Kekerasan *brownies microwave* meningkat selama tiga hari penyimpanan.



Gambar 1. Grafik profil pati termodifikasi PIW, PK, PHW dan tepung terigu



Gambar 2. Kadar air *brownies microwave* selama penyimpanan

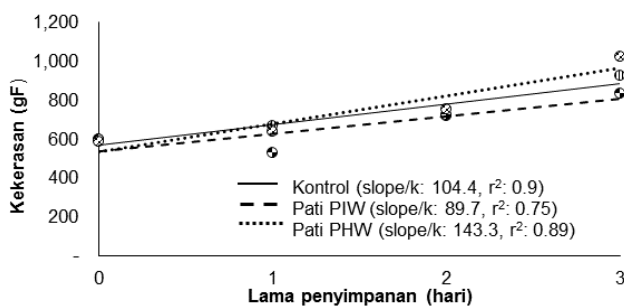
Laju penurunan kekerasan pati PIW 1% (89.7) lebih rendah dari kontrol dan pati PHW 1% (143.34). Hasil ini sejalan dengan viskositas *setback* pati PIW yang lebih rendah dari pati PHW. Tingginya viskositas *setback* pati

Tabel 5. Skor sensori *brownies* dengan penambahan pati termodifikasi konsentrasi 1% dan 2%

Sampel	Pati termo-difikasi	Pori-pori	Moistness	Kepadatan	Kelembutan	Keseluruhan
Kontrol	0%	3.9±0.9 ^a	3.1±1.2 ^{ab}	3.5±1.0 ^{ab}	3.3±1.0 ^{ab}	3.4±1.2 ^{ab}
<i>Brownies</i> PIW	PIW 1%	4.0±0.6 ^a	3.7±1.2 ^a	3.7±0.9 ^a	3.9±0.9 ^a	3.8±1.3 ^a
	PIW 2%	3.7±0.8 ^a	2.2±1.1 ^c	2.5±1.1 ^c	2.3±1.0 ^c	2.3±1.1 ^c
<i>Brownies</i> PK	PK 1%	4.0±0.5 ^a	3.2±1.2 ^{ab}	3.2±1.2 ^{ab}	3.5±1.1 ^a	3.6±1.0 ^a
	PK 2%	3.9±0.7 ^a	2.6±1.0 ^{bc}	2.7±1.0 ^{bc}	2.8±1.0 ^{bc}	2.9±1.1 ^{bc}
<i>Brownies</i> PHW	PHW 1%	3.6±0.8 ^a	3.5±1.3 ^a	3.4±1.2 ^{ab}	3.6±1.3 ^a	3.9±1.2 ^a
	PHW 2%	3.4±1.1 ^a	2.6±1.0 ^{bc}	3.3±1.1 ^{ab}	2.7±1.1 ^{bc}	2.9±1.2 ^{bc}

PIW (pati jagung *waxy* pregelatinisasi-ikatan silang); PK (pati kentang pregelatinisasi); PHW (pati jagung *waxy* pregelatinisasi-hidroksipropilasi) Nilai (dalam numerik) disajikan sebagai nilai rata-rata (n=10) ± SD. Huruf superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5% (p<0.05)

PHW didukung oleh ukuran partikel pati PHW yang sangat kecil (93% lolos saringan 140 mesh) sehingga laju *retrogradasi* lebih cepat dibandingkan pati PIW yang memiliki ukuran partikel yang lebih besar (65% lolos saringan 140 mesh). Hal ini sejalan dengan penelitian Zhao *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa semakin kecil granula pati termodifikasi ikatan silang dan hidroksipropilasi, maka perubahan fisikokimia yang terjadi selama penyimpanan juga semakin besar.

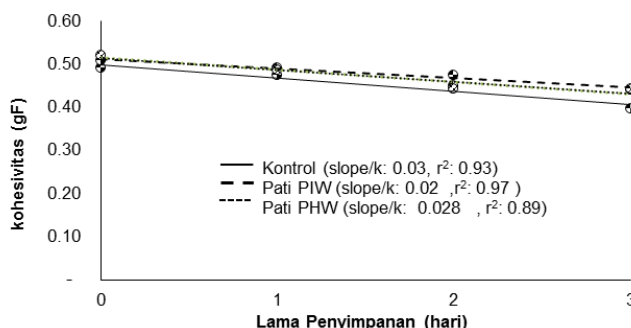


Gambar 3. Kekerasan brownies microwave selama penyimpanan

Perubahan kohesivitas *brownies microwave* selama penyimpanan disajikan pada Gambar 4. Laju penurunan kohesivitas *brownies microwave* dengan penambahan pati PIW 1% (0.02) dan PHW 1% (0.028) lebih lambat dibandingkan *brownies microwave* kontrol (0.03) karena keduanya adalah pati pregelatinisasi. Laju penurunan kohesivitas pati PIW lebih lambat dibandingkan pati PHW diduga disebabkan oleh ukuran partikel pati PHW lebih kecil dari pati PIW.

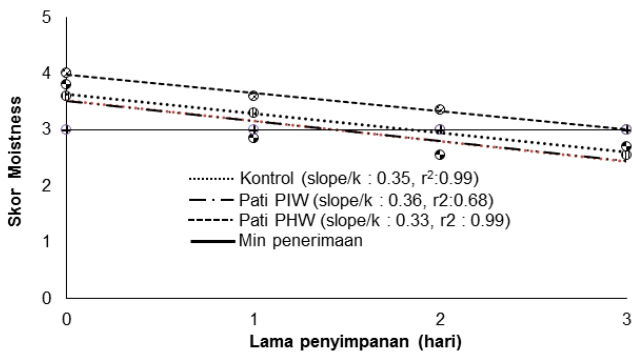
Karakteristik Organoleptik. Profil mutu *brownies microwave* selama penyimpanan disajikan pada Gambar 5, 6, 7 dan 8. *Moistness*, kepadatan, kelembutan dan kesukaan terhadap keseluruhan parameter dari *brownies microwave* mengalami penurunan mutu selama penyimpanan sedangkan pori-pori *crumb brownies microwave* tidak mengalami perubahan selama penyimpanan. Dalam mengevaluasi penerimaan tekstur *brownies* oleh panelis ditetapkan skor 3 sebagai skor minimal penerimaan. Penerimaan tekstur *brownies* selama penyimpanan tidak hanya dipengaruhi laju penurunan tekstur saja tetapi tekstur awal *brownies* saat hari ke-0 penyimpanan.

Penambahan pati PHW 1% memiliki laju penurunan *moistness* (0.33) yang paling rendah dan pati PIW 1% paling tinggi (0.35) (Gambar 5). Han *et al.* (2005) menyatakan bahwa pati termodifikasi hidroksipropilasi memiliki kemampuan menghambat *retrogradasi* selama penyimpanan. Miyazaki *et al.* (2006 dan 2008) menyatakan bahwa roti dan roti *frozen dough* yang ditambah pati tapioka termodifikasi ikatan silang memiliki *crumb* yang lebih kering selama penyimpanan. *Moistness brownies microwave* dapat diterima panelis sampai hari ke tiga penyimpanan. Hal ini didukung karena *moistness awal brownies* yang tinggi dan rendahnya laju penurunan *moistness brownies* selama penyimpanan. Dengan penambahan pati PHW 1% dapat meningkatkan penerimaan *moistness brownies* sampai dua hari penyimpanan dibandingkan kontrol.



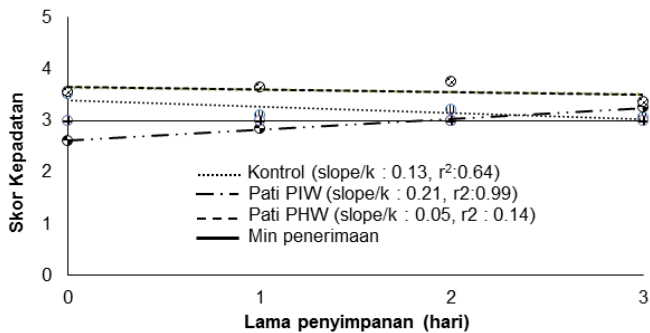
Gambar 4. Kohesivitas brownies microwave selama penyimpanan

Penurunan kepadatan menurut Hesso *et al.* (2014) berkorelasi dengan penurunan kelembutan *crumb*. Pada Gambar 6, laju penurunan kepadatan *brownies* pati PHW 1% (0.05) paling rendah dan pati PIW 1% paling tinggi (0.21). Hal ini sejalan dengan penelitian Miyazaki (2008) yang menyatakan bahwa roti *frozen dough* dengan pati termodifikasi hidroksipropilasi memiliki penurunan kekerasan paling kecil selama penyimpanan. Seyhun (2005) juga menyatakan bahwa pati pregelatinisasi paling baik dalam mengurangi kekerasan kue *white layer* selama penyimpanan. *Brownies* dengan pati PIW 1% memiliki laju peningkatan kekerasan selama penyimpanan karena pati termodifikasi ikatan silang dapat meningkatkan kekerasan selama penyimpanan (Miyazaki 2008).

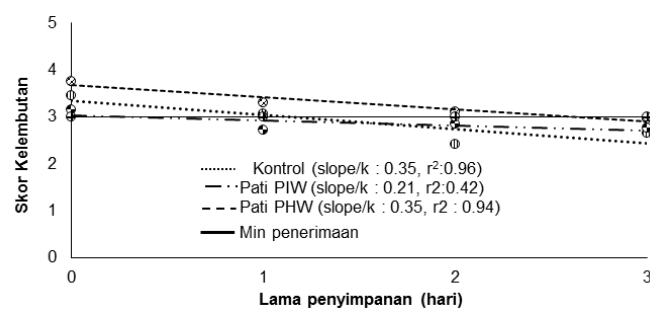


Gambar 5. Moistness brownies microwave selama penyimpanan

Kepadatan *brownies microwave* menggunakan pati PHW 1% dapat diterima panelis sampai hari ke tiga penyimpanan. Hal ini didukung karena kepadatan awal *brownies* yang tinggi dan rendahnya laju penurunan kepadatan *brownies* selama penyimpanan. *Brownies microwave* dengan penambahan pati PHW 1% dapat meningkatkan penerimaan kepadatan *brownies* sampai satu hari penyimpanan dibandingkan kontrol.

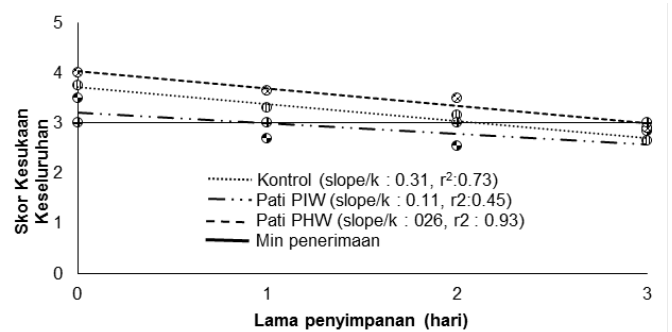


Gambar 6. Kepadatan brownies *microwave* selama penyimpanan



Gambar 7. Kelembutan brownies *microwave* selama penyimpanan

Laju penurunan kelembutan pati PHW 1% sama dengan kontrol (0.35) sedangkan pati PIW 1% memiliki laju penurunan paling rendah (0.21) (Gambar 7). Hasil ini sejalan dengan hasil pengujian kekerasan *brownies* selama penyimpanan. Karena *brownies* dengan pati PHW 1% lebih lembut pada saat awal penyimpanan, maka kelembutannya masih bisa diterima sampai hari kedua penyimpanan. *Brownies* dengan penambahan pati PHW 1% dapat meningkatkan penerimaan kelembutan sampai satu hari penyimpanan dibandingkan dengan *brownies* kontrol.



Gambar 8. Kesukaan terhadap keseluruhan brownies microwave selama penyimpanan

Brownies dengan pati PIW 1% memiliki laju penurunan rating kesukaan keseluruhan parameter paling rendah (0.11), sedangkan *brownies* kontrol memiliki laju penurunan paling tinggi (0.31) (Gambar 8). Pati PHW 1% secara keseluruhan memiliki skor penerimaan yang lebih tinggi dari *brownies* lainnya pada hari ke-0 penyimpanan dan masih dapat diterima sampai hari ketiga penyimpanan. *Brownies microwave* dengan penambahan pati PHW 1% dapat meningkatkan penerimaan terhadap keseluruhan tekstur sampai dua hari penyimpanan dibandingkan *brownies* kontrol.

Hasil pengujian parameter fisik tekstur *brownies microwave* (kekerasan dan kohesivitas) untuk setiap sampel secara umum bervariasi dan berkorelasi rendah (r^2 : 0.3-0.96, data tidak ditampilkan) dengan hasil pengujian parameter organoleptik. Hal ini menunjukkan bahwa parameter fisik tidak dapat digunakan untuk menjelaskan parameter organoleptik/sensori

KESIMPULAN

Brownies dapat memberikan tekstur terbaik dengan pemanggangan menggunakan *microwave* pada skala pemanasan sedang-tinggi (90-95 C, 600 watt) selama 3 menit. Pati jagung waxy termodifikasi pregelatinisasi ikatan silang (pati PIW) dan pati jagung waxy termodifikasi pregelatinisasi hidrosipropilasi (PHW) dengan konsentrasi masing-masing 1% memberikan mutu tekstur awal *brownies* terbaik berdasarkan kriteria *moistness*, kepadatan, kelembutan dan kesukaan terhadap kriteria keseluruhan parameter. Penggunaan pati jagung waxy termodifikasi pregelatinisasi dan hidrosipropilasi (pati PHW 1 %) dapat menghambat staling dari *brownies microwave* paling efektif selama tiga hari penyimpanan berdasarkan kriteria *moistness*, kepadatan dan kesukaan terhadap kriteria keseluruhan namun hanya dua hari penyimpanan berdasarkan kriteria kelembutan.

DAFTAR PUSTAKA

Ackbarali DS dan Maharaj R. 2014. Sensory evaluation as a tool in determining acceptability of innovative products developed. *J Curriculum and Teaching* 3: 10-27. DOI: 10.5430/jct.v3n1p10. Epub 2014 Jan 3.

- [AOAC]. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. AOAC International. Gaithersburg Maryland, USA.
- Al-Muhtaseb A, McMinn W, MEGAHEY E, Neil G, Magee R, Rashid U. 2013. Textural Characteristics of Microwave-Baked and Convective-Baked Madeira Cake. *J Food Process Technol* 4:209. DOI: 10.4172/2157-7110.1000209.
- Bourne M. 2002. Food texture and Viscosity: Concept and Measurement. Second Edition. New York Academic Press Elsevier Science. ISBN: 978-0-12-119062-0.
- Calay RK, Newboroug M, Probert D. 1994. Predictive Equation for Dielectric Properties of Food. *International J Food Science and Technology* 29:699-713. DOI: 10.1111/5-1365-2621.1994.tb02111.x.
- Cauvain SP. 2012. Bread making, improving quality. Ebook, Woodhead Publishing. ISBN: 9780857095695.
- Chavan RS dan Chavan SR. 2010. Microwave Baking in food industry: A Review. *International J Dairy Science* 5: 113-127. DOI: 10.3923/ijds.2010.113.127. Epub 2010 Jun 10.
- Copelan L, Blazek J, Salman H, Tang MC. 2009. Form and functionality of starches. 9th International Hydrocolloids Conference 43:1527-1534. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2008.09.016.
- Gomez M, Paris E, Olette B, Pando V. 2010. Modelling of texture evolution of cakes during storage. *J Texture Studies* 41: 17-33. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2009.00210.x. Epub 2010 Jan 22.
- Heso N, Loisel C, Chevallier S dan Bail AI. 2014. Erratum to : Impact of Pregelatinized Starches on The Texture and Staling of Conventional and Degassed Pound Cake. *Food and Bioprocess Technology* 7(10):2923-2930. DOI: 10.1007/s11947-014-1308-8.
- Kusnandar F. 2010. Kimia Pangan Komponen Makro. Dian Rakyat, Jakarta. ISBN:978-li979-078-350-8.
- Kumar C, Joardder M, Karim A, Millar G, Amin Z. 2014. Temperature redistribution modelling during intermittent microwave convective heating. *Procedia Engineering* 90:544-549. DOI: doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.770. Epub 2014 Jun 20.
- Lebesi DM, Tzia C. 2011. Staling of Cereal Bran Enriched Cakes and The Effect of An Endoxylanase Enzyme on The Physicochemical and Sensorial Characteristics. *J Food Sci* 76(6):S380-7. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02220x.
- Meilgaard MC, Carr BT, Civille GV. 2006. Sensory Evaluation Techniques. Fourth edition. CRC Press. ISBN: 9780849338397-CAT#3839.
- Miyazaki M, Hung PV, Maeda T, Morita N. 2006. Recent advances in application of Modified Starches for Breadmaking. *Trend in Food Science and Technology* 17(11):591-599. DOI: 10.1016/j.tifs.2006.05.002.
- Miyazaki M, Maeda T, Morita N. 2008. Bread Quality of Frozen Dough Substituted with Modified Tapioca Starches. *European Food Research and Technology* 227(2): 503-509. DOI: 10.5458/jag.52.345.
- Resreccion AV. 1998. Consumer sensory testing for Product Development. Aspen Publishers. Inc, New York ISBN: 0-8342-1209-9.
- Sakiyan O, Sumnu G, Sahin S, Meda V. 2007. Investigation of Dielectric Properties of Different Cake Formulation During Microwave and Infrared-Microwave Combination Baking. *J Food Sci* 72(4):205-213. DOI: 10.1111/j.1750-3841.200700325.x.
- Seyhun N, Sumnu G, dan Sahin S. 2003. Effect of different emulsifier types, fat content and gum types on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Molecular Nutrition Food Research* 47(4) : 248-251. DOI: 1002/food.200390058. 2003 Aug 6.
- Seyhun N, Sumnu G, Sahin S. 2005. Effect of different starch types on retarding of staling of microwave-baked cakes. *Food and Bioprocess Technology* 83: 1-5. DOI: 10.1205/fbp.04041. Epub 2005 March 1. Sluimer P. 2007. Principles of bread making. Functionality of Raw Materials and Process Steps. AACC Ebook. ISBN: 978-1-891127-45-8.
- Stauffer, C.E., 2000, Emulsifiers as anti-staling agents, *J Cereal Foods World*, 45(3): 106-110.
- Sumarwan U. 2013. Proses Konsumsi dan Kepuasan terhadap Produk Bakery. *Bakery Magazine Vol* 3(6) : 1 04-106. Tersedia pada: www.bakerymagazine.com.
- Thomas DJ dan Atwell WA. 2008. Starches. Eagan Press Handbook Series, United States. ISBN:1-891127-01-2.
- [USWA] United States Wheat Associates. 2007. Rapid Visco Analyzer. Wheat and Flour Testing Methods: A Guide to understanding Wheat and Flour Quality : Version 2. Tersedia pada: <http://www.wheatflourbook.org>.
- Zhao J, Chen Z, Jin Z, Buwalda P, Gruppen H, Schols HA. 2015. Effects of Granula Size of Cross-linked and Hydroxypropylated Sweet Potato Starches on Their Physicochemical Properties. *J Agric Food Chem* 63(18):4646-54. DOI: 10.1021/j506349w.

JMP-06-15-003- Naskah diterima untuk ditelaah pada 8 Juni 2015. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 1 September 2015. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>