

Formulasi Campuran Bahan Pengemulsi untuk Bolu *Sponge*

Mixed Emulsifier Formula in Sponge Cake

Hanifah Nuryani Lioe^{1)*}, Aida Fadhilah²⁾, Istiqamah²⁾

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

²⁾Quality Control and Quality Assurance Division, PT. Zeelandia Indonesia, Tangerang

Abstract. To make a sponge cake, a mix of emulsifiers provides an improved aeration. The aim of this research was to formulate the mix of distilled monoglycerides (DMG) and polyglycerol esters (PGE), which had yellowish color, in a gel form for its application in sponge cake. The formula of the gel consists of primary and secondary food additives: 15.3% DMG, 6.5% PGE, 25.8% other emulsifiers and carrier including colorings (ponceau and tartrazine), 26.1% sorbitol, and 26.3% water. DMG and PGE had different colors from their expected standard color, white. The formula of DMG (15.3%) and PGE (6.5%) mix, comprising 21.8% of the formula above, was re-formulated by 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100 ratios of DMG to PGE. The physical characteristics of the formula consisting of color characteristic by chromameter, sensory score by R-Index method and gel spreadability were compared to the formula using standard materials of DMG and PGE. The formula was then applied for sponge cake. The specific gravity of sponge cake batter, height of sponge cake after baking, as well as sensory characteristics of crumb structure and crumb color of sponge cake were analyzed. The results of physical characterization of formula revealed that the use of 100% of PGE and the use of DMG up to 50% did not significantly differ from the standard formula. The combination of DMG and PGE formula did not affect batter specific gravity, cake height and crumb structure, but affected color of the crumb.

Keywords: cake emulsifier, distilled monoglycerides, emulsifiers formula, polyglycerol ester, sponge cake

Abstrak. Campuran pengemulsi diperlukan untuk pengembangan bolu *sponge*. Tujuan penelitian adalah untuk memformulasi campuran monogliserida terdistilasi (DMG) dan poligliserol ester (PGE), yang mempunyai warna kekuningan, dalam bentuk gel untuk aplikasi pada bolu *sponge*. Formula gel BTP campuran pengemulsi terdiri dari 15.3% DMG, 6.5% PGE, 25.8% pengemulsi lain dan pembawa termasuk pewarna ponceau dan tartrazine, 26.1% sorbitol, dan 26.3% air. Bahan DMG (15.3%) dan PGE (6.5%) dengan total 21.8% diformulasi dengan rasio DMG terhadap PGE 100: 0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0: 100. Karakteristik formula dibandingkan dengan formula standar. Karakteristik fisik yang dianalisis adalah warna dengan chromameter, skor sensori dengan metode R-Index dan *spreadability* dari gel. Penerapan formula untuk bolu *sponge* dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap berat jenis adonan, ketinggian bolu setelah dipanggang, serta karakteristik struktur pori dan warna *crumb* bolu melalui evaluasi sensori. Penggunaan 100% PGE dan penggunaan DMG hingga 50% tidak memengaruhi karakteristik fisik formula campuran pengemulsi. Aplikasi formula pada bolu *sponge* tidak memengaruhi *specific gravity* adonan bolu, ketinggian bolu, serta struktur pori *crumb*, dan hanya memengaruhi warna *crumb* bolu.

Kata Kunci: bolu *sponge*, formula pengemulsi, monogliserida terdistilasi, pengemulsi bolu, poligliserol ester

Aplikasi Praktis: Pengaruh penggunaan pengemulsi campuran DMG dan PGE dalam produk bolu *sponge* terhadap mutu fisik dan sensori produk yang dihasilkan dapat menjadi informasi yang penting untuk diketahui oleh industri bakeri, khususnya industri cake.

PENDAHULUAN

Pengemulsi (*emulsifier*) baik tunggal maupun campurannya dapat memperbaiki pembentukan busa adonan bolu *sponge* yang merupakan *foam-type cake* (Kohajdova *et al.* 2009; Orthoefer dan Kim 2019; Wrigley *et al.* 2016). Apabila tanpa pengemulsi, pembentukan busa adonan bolu *sponge* bergantung pada pencocokan putih telur secara terpisah sebelum ditambahkan ke dalam bahan adonan lainnya. Adonan bolu

sponge terdiri dari tepung terigu rendah protein, telur, dan gula (Caballero *et al.* 2016) yang dicampur secara mekanis membentuk suatu sistem emulsi kompleks yang memerangkap udara (Chaiya dan Pongsawatmanit 2011) sehingga memiliki nilai berat jenis adonan yang relatif rendah dan berpenampakan seperti busa. Campuran bahan tambahan pangan (BTP) pengemulsi dalam bentuk pasta telah beredar di pasar dengan nomor pendaftaran produk di Badan Pengawas Obat dan Makanan (Badan POM) Jakarta telah diketahui dari 2012 (Sari *et al.* 2019),

meskipun peraturan mengenai persyaratan BTP campuran baru disahkan Kepala Badan POM pada tahun 2016 (PerKaBPOM No. 8 Tahun 2016). Hasil studi Sari *et al.* (2019) melaporkan BTP campuran pengemulsi yang beredar umumnya dalam bentuk pasta atau gel dan mempunyai komposisi BTP primer dan BTP sekunder. BTP primer adalah BTP pengemulsi yang tersedia dalam campuran beberapa pengemulsi untuk mempengaruhi produk akhir seperti bolu *sponge*. BTP sekunder terdiri dari berbagai jenis BTP yang diperlukan hanya untuk memperoleh sifat sediaan BTP yang dikehendaki (dalam hal ini bentuk gel dan berwarna kuning). Sari *et al.* (2019) memperinci BTP sekunder dalam BTP campuran pengemulsi yang diperdagangkan terutama sorbitol dan propilenglikol, dengan sedikit pewarna kuning (kuning FCF dan tartrazine) serta pengatur keasaman (asam asetat dan kalsium asetat).

Pengemulsi untuk bolu dapat diperoleh dari formula campuran pengemulsi lengkap dengan BTP lainnya dengan menggunakan 15% *distilled monoglycerides* (DMG), 10% *polyglycerol esters* (PGE), 20% sorbitol, 10% propylene glycol, 10% glycerol, 0.8% natrium stearat, 0.5% NaOH, 0.15% garam halus, dan 33.55% air (Lee *et al.* 2014). Campuran pengemulsi DMG dan PGE untuk menghasilkan bolu *sponge* dengan struktur dan pengembangan yang baik. Campuran tersebut dibuat dalam bentuk gel dengan pelarut polar seperti propilenglikol, sorbitol, dan gliserol yang merupakan BTP sekunder yang memiliki fungsi dalam formula campuran pengemulsi (BTP campuran penemulsi DMG dan PGE) dan tidak diperuntukkan memiliki fungsi teknologi pada produk pangan, sesuai dengan definisi BTP sekunder menurut Codex (2015). PGE berfungsi untuk memastikan DMG tetap dalam format aktif gel fase- α . DMG membantu proses aerasi adonan dan melembutkan *crumb* hanya jika berbentuk *alpha-crystalline* yang aktif (Lee *et al.* 2014; Richardson *et al.* 2002).

Monoglycerides (DMG) dan *polyglycerol esters* (PGE) memiliki standar warna putih, akan tetapi ketersediaan bahan ini memungkinkan terdapatnya PGE dengan warna coklat kekuningan dan DMG oranye kekuningan. Perubahan warna suatu produk dapat mengindikasikan adanya penyimpangan mutu. Penggunaan pengemulsi baik tunggal ataupun campuran dengan warna yang tidak sesuai dengan standar belum diketahui apakah dapat menurunkan mutu pengemulsi tersebut terutama dalam aplikasinya pada bolu *sponge*. Selama ini, produk campuran *emulsifier* yang dipasarkan memiliki warna kuning kejinggaan yang transparan dan hal ini telah menjadi ciri khas produk ini yang telah dikenal oleh konsumen, yang menggunakan pewarna makanan dalam formunya. Penggunaan pewarna makanan sintetis dalam jumlah rendah sesuai dengan formulasi *existing product* diterapkan untuk menutupi perbedaan warna yang terjadi akibat perbedaan warna pengemulsi sebagai bahan baku yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh formula BTP campuran pengemulsi untuk produk bolu *sponge*. Penggunaan DMG dan PGE yang memiliki

warna, namun tetap menghasilkan formula BTP campuran pengemulsi sesuai dengan standar (*standard DMG* dan *PGE* berwarna putih) diharapkan dapat meminimalkan penolakan bahan baku DMG dan PGE yang terjadi di industri pengolah BTP campuran. Formulasi terbaik BTP campuran pengemulsi berdasarkan sifat fisik gelnya selanjutnya diaplikasikan pada pembuatan bolu *sponge* untuk melihat aplikasi formula pada pembentukan foam adonan sebelum dipanggang dan karakteristik bolu *sponge* setelah dipanggang.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam membuat formulasi BTP campuran pengemulsi adalah *distilled monoglycerides* (DMG) dan *polyglycerol esters* (PGE) masing-masing berbentuk serbuk produksi Denmark dan Malaysia, campuran *stabilizer*, gula alkohol (sorbitol) produksi Cina, pewarna makanan sintetis warna kuning (ponceau dan tartrazine) produksi Indonesia dan India, air, dan bahan tambahan pangan pembawa (propilen glikol) produksi Korea. Bahan yang digunakan untuk membuat adonan bolu *sponge* untuk aplikasi formula diperoleh dari pasar lokal di Tangerang, dan *baking powder* 'Alpina' produksi PT Seelindo Sejahterata.

Alat yang digunakan dalam formulasi pengemulsi yaitu termometer alkohol $100^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, heater (Daihan Scientific, Korea Selatan), neraca analitik (AND GF-3000 dan AND HR-200, Jepang) dengan ketepatan ± 0.01 g dan ± 0.0001 g, dan alat gelas. Alat yang digunakan dalam pembuatan bolu *sponge* yaitu oven pemanggang SINMAG (Taiwan) berdaya 380 V, 50 Hz, dan 3 PH yang memiliki dua setting suhu (atas dan bawah), *varimixer* Kitchen Aid (Amerika Serikat) berdaya 220-240V, 50/60 Hz, dan 315 W, loyang aluminium bundar berdiameter 22 cm dan tinggi 4 cm.

Instrumen yang digunakan untuk analisis mutu formula pengemulsi yaitu *chromameter* (Konica Minolta CR-300, Jepang), *penetrometer* PNR 6 (SUR, Jerman) dengan probe *conical-frustum* (diameter atas 3 cm, diameter bawah 0.1 cm, tinggi 7 cm). Alat yang digunakan untuk menganalisis hasil aplikasi yaitu mangkuk plastik, *batter scrapper*, dan neraca analitik (AND GF-3000) dengan ketepatan ± 0.01 g untuk menghitung SG adonan, serta penggaris besi 100 cm untuk mengukur tinggi kue setelah pemanggangan.

Formula BTP campuran pengemulsi

Penelitian ini diawali dengan formulasi BTP campuran pengemulsi menggunakan campuran dua bahan pengemulsi yang secara visual memiliki warna yang berbeda. Formulasi menggunakan komposisi BTP primer PGE 6.5%, DMG 15.3%, BTP sekunder *stabilizer*, pewarna (ponceau dan tartrazine) dan propilen glikol 25.8%, sorbitol 26.1%, dan air 26.3%. Perlakuan formulasi yang digunakan dibagi ke dalam dua tahap formulasi. Tahap formulasi pengemulsi pertama

menggunakan campuran pengemulsi PGE berwarna putih (standar) dan berwarna coklat kekuningan (Pc). Kandungan Pc pada formulasi tahap pertama bertingkat dari 25, 50, 75%, hingga 100% dari total penggunaan PGE dalam formulasi BTP campuran pengemulsi. Kontrol yang digunakan yaitu formulasi dengan kandungan Pc 0% (Tabel 1).

Tahap formulasi pengemulsi kedua menggunakan campuran pengemulsi DMG berwarna putih (standar) dan berwarna oranye kekuningan yang dipadukan dengan formulasi terpilih pencampuran pengemulsi PGE standar dan Pc yang berwarna coklat kekuningan dari formulasi tahap pertama. Formulasi tahap kedua adalah penggunaan pengemulsi DMG standar (Mst) dan pengemulsi DMG berwarna oranye kekuningan (Mk) (Tabel 1) yang dipadukan dengan formulasi terpilih pengemulsi PGE standar dan Pc berwarna coklat kekuningan dari formulasi tahap pertama. Kandungan Mk yang digunakan bertingkat dari 25, 50, 75%, hingga 100% dari total penggunaan DMG dalam formulasi BTP campuran pengemulsi. Kontrol yang digunakan yaitu formulasi dengan kandungan Mk 0% dan Pc 0% (Tabel 1). Data yang dianalisis dari penelitian perbedaan mutu yang diakibatkan oleh penggunaan dua bahan pengemulsi yang secara visual memiliki warna yang berbeda dalam pembuatan formula BTP campuran pengemulsi meliputi mutu warna dan *spreadability* gel dari formula; serta mutu hasil aplikasi dalam pembuatan bolu *sponge*, yaitu nilai *specific gravity* (SG) adonan bolu *sponge*, tinggi tengah bolu *sponge*, warna dan struktur pori *crumb* bolu *sponge*. Analisis yang dilakukan dijelaskan di bawah. Data selanjutnya dianalisis menggunakan *One-way* Anova dengan uji lanjut *Dunnett*.

Pembuatan formula pengemulsi dalam skala laboratorium dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan pengemulsi dengan BTP *stabilizer*, pembawa dan air dengan sorbitol dalam wadah terpisah. Selanjutnya, kedua campuran dipanaskan hingga 90°C sebelum dicampurkan ke dalam satu wadah. Campuran selanjutnya terus diaduk hingga menjadi jernih dan dilakukan penuangan ke dalam wadah plastik. Hasil penuangan didiamkan selama 24 jam di suhu ruang sebelum dapat dilakukan pengujian dan analisis mutu formula yang dihasilkan.

Aplikasi formula BTP campuran pengemulsi pada adonan bolu *sponge*

Produk hasil formulasi BTP campuran pengemulsi selanjutnya dianalisis mutunya dengan aplikasi pada pembuatan *sponge cake* (bolu *sponge*), ke dalam adonan

yang berisi telur 360 g, air 27.5 g, tepung terigu rendah protein 150 g, gula pasir 175 g, dan pati jagung 27.5 g serta *baking powder* 5 g. Adonan lalu dicampur dengan *varimixer* menggunakan *ballon whisk* dengan kecepatan sedang.

Pembuatan bolu *sponge* menggunakan formula BTP campuran pengemulsi yang ditambahkan (15 g) kemudian dipanggang menggunakan oven pemanggang dengan *setting* suhu atas 215°C dan suhu bawah 165°C selama 30 menit. Konsentrasi BTP campuran pengemulsi yang digunakan yaitu 4% dari total berat adonan bolu *sponge*. Selanjutnya, nilai SG adonan diukur dengan penimbangan, tinggi bolu setelah empat jam pasca pemanggangan diukur dengan penggaris besi 100 cm, dan struktur *crumb* dilihat secara visual dan dibandingkan dengan hasil aplikasi BTP campuran pengemulsi kontrol (dari pengemulsi standar berwarna putih).

Analisis warna formula *emulsifier*

Formula *emulsifier* didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang untuk membentuk gel yang stabil sebelum dapat dianalisis warnanya dengan *chromameter* Minolta CR-300. Warna formula produk gel BTP campuran pengemulsi diukur secara objektif menggunakan *chromameter* dengan penerangan *daylight*. Sebelum digunakan, *chromameter* terlebih dahulu distandarisasi menggunakan *plate* putih standar. Nilai L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), dan b^* (kekuningan) kemudian didapatkan dari pengukuran warna sampel menggunakan *chromameter* (Yagiz *et al.* 2009). Nilai ΔE^* yang menunjukkan perbedaan warna antar sampel dengan kontrol didapatkan menggunakan rumus sebagai berikut (Rhim *et al.* 1999).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2})} \quad (1)$$

Analisis sensori formula BTP campuran pengemulsi dan *crumb* bolu *sponge*

Warna formula BTP campuran pengemulsi, serta warna dan struktur pori *crumb* bolu *sponge* hasil aplikasi produk dianalisis secara kualitatif menggunakan uji sensori *R-Index*. Uji sensori *R-Index* efisien digunakan dalam beberapa perbandingan yang melibatkan satu sampel referen dan beberapa sampel uji (Lee dan Van Hout 2009). Uji ini berfokus membedakan antara formula maupun control serta hasil aplikasi dari formulasi pengemulsi Pst dan Pc, maupun pengemulsi Mst dan Mk pada lima level konsentrasi. Panelis terseleksi sejumlah 30 orang digunakan untuk melakukan uji beda dengan satu referen dan lima sampel produk yang diujikan.

Tabel 1. Rasio campuran pengemulsi pada berbagai perlakuan untuk pembuatan BTP campuran pengemulsi

Tahap	Pengemulsi*	Warna Visual	Level 1 (Kontrol)	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
1	Pst (%)	Putih	100	75	50	25	0
	Pc (%)	Cokelat kekuningan	0	25	50	75	100
2	Mst (%)	Putih	100	75	50	25	0
	Mk (%)	Oranye kekuningan	0	25	50	75	100

Keterangan: *P = *Polyglycerol esters*; M = *Distilled monoglycerides*; st = standar; Pc = PGE coklat kekuningan; Mk = DMG oranye kekuningan

Familiarisasi terhadap sampel referen dilakukan di awal terlebih dahulu, selanjutnya panelis diminta melakukan identifikasi terhadap sampel produk yang diujikan. Panelis kemudian diminta untuk mengisi kuisioner yang terdiri dari 4 kategori respon berupa “Sama-Yakin”, “Sama-Tidak yakin”, “Beda-Yakin”, “Beda-Tidak Yakin”. Data kuisioner yang dikumpulkan selanjutnya dianalisis menggunakan tabel *critical values R-Index* 50% dengan *One-sided* dari penelitian Bi dan O’Mahony (2007). Jika nilai *R-Index* hitung lebih besar dari nilai *R-Index* tabel, maka sampel uji berbeda secara signifikan dengan sampel referen. *R-Index* hitung dari respon panelis dihitung sebagai total nilai Ns (respon stimulus) dari pengujian sampel kontrol dan total Nn (respon noise) dari pengujian sampel uji.

Analisis spreadability gel menggunakan penetrometer

Spreadability gel dari formula BTP campuran pengemulsi dianalisis setelah didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang. *Spreadability* diukur menggunakan penetrometer dengan *probe* berbentuk *conical-frustum* ‘kerucut terpotong’ (Jaekel dan Ternes 2009). *Probe* kerucut terpotong yang digunakan tidak ditambah dengan beban tambahan dan waktu penetrasi yang digunakan yaitu 60 detik. Hasil penetrasi dinyatakan dalam penetrasi/10 mm/menit. Rentang *spreadability* yang dipersyaratkan yaitu 150-300/10 mm/menit.

Analisis nilai specific gravity adonan

Nilai *specific gravity* didapatkan dari rasio antara berat suatu wadah yang berisi adonan dengan berat wadah yang sama yang berisi air distilasi (Psimouli dan Oreopoulou 2013). Adonan *sponge cake* yang terdiri dari telur, air, tepung terigu protein rendah, gula pasir, pati jagung, dan *cake stabilizer* dicampur menggunakan *ballon whisk* dengan kecepatan sedang. Selanjutnya, adonan dituang ke dalam mangkuk kecil yang sudah diketahui berat air yang mengisi penuh volume mangkuk tersebut. Adonan di dalam mangkuk kecil kemudian ditimbang dan dihitung nilai *specific gravity*-nya. Nilai SG yang dipersyaratkan yaitu 0.26 – 0.33 g/mL. Perhitungan SG sebagai berikut.

$$\text{Specific Gravity (g/mL)} = \frac{\text{Berat adonan kue}}{\text{Berat air}} \quad (2)$$

Analisis tinggi sponge cake

Tinggi *sponge cake* setelah proses pemanggangan adonan ditentukan dengan mengukur tinggi tengah bolu menggunakan penggaris besi 100 cm. *Sponge cake* didiamkan terlebih dahulu selama 4 jam untuk mendapatkan tinggi yang stabil dan memastikan tidak ada lagi udara panas yang keluar dari bolu *sponge*. Selanjutnya, bolu yang berbentuk lingkaran dipotong tengahnya dan potongan tersebut ditumpuk. Pengukuran tinggi bolu *sponge* diukur dari lapisan *crumb* paling bawah tumpukan pertama hingga lapisan *crumb* paling atas tumpukan kedua, pada bagian tengah bolu dan dinyatakan dalam cm. Tinggi bolu *sponge* yang diterima yaitu minimal 9.8 cm.

Analisis data menggunakan one-way ANOVA

Data mutu formula *emulsifier* hasil analisis secara fisik dan hasil aplikasi yang meliputi kekerasan gel, warna L*, a*, b*, nilai *specific gravity* adonan bolu *sponge*, dan tinggi tengah bolu dianalisis menggunakan *One-way Anova* dengan uji lanjut *Dunnnett* untuk melihat seberapa jauh formula hasil formulasi berbeda dengan kontrol. Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis data yaitu SPSS 20.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi pengemulsi dengan polyglycerol esters berbeda warna

Pengemulsi *polyglycerol esters* (PGE) produksi Malaysia yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dua warna yang berbeda. PGE standar (Pst) memiliki warna putih, sementara PGE yang tidak diterima sebagai bahan baku (Pc) memiliki warna cokelat kekuningan. Analisis warna menggunakan chromameter pada kedua pengemulsi ini menunjukkan adanya perbedaan warna dengan nilai ΔE^* sebesar 5.78 (Tabel 2). Tabel 3 menunjukkan hasil analisis warna formula BTP campuran pengemulsi menggunakan chromameter menunjukkan keempat perlakuan formulasi Pc tidak berbeda nyata dengan kontrol pada notasi warna L* dan a*. Formulasi level 5 (Pc 100%) memiliki notasi warna b* yang berbeda nyata dengan kontrol. Hasil uji *R-Index* memperlihatkan perlakuan formulasi level 2, 4, dan 5 tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol (Tabel 2). Korelasi antara nilai *R-Index* rata-rata (subjektif) dan ΔE (objektif) dari semua sampel memiliki r² sebesar 0.1713, dengan demikian hasil objektif warna diperlukan dalam analisis formula dan hasil aplikasinya.

Daya pisah (*spreadability*) gel yang terbentuk dari lima formulasi BTP campuran pengemulsi menunjukkan keempat perlakuan formulasi Pc tidak berbeda nyata dengan kontrol pada taraf signifikansi 0.05 (Tabel 2). Bentuk gel pada formula BTP campuran pengemulsi berasal dari penggunaan sorbitol yang berbentuk cairan kental sebagai pelarut polar dan bahan tambahan pangan pembawa (propilen glikol) yang juga bersifat polar. Hasil uji formula BTP campuran pengemulsi formulasi Pc secara fisik menunjukkan jika warna PGE cokelat kekuningan yang digunakan memengaruhi warna formula yang diuji secara objektif, tapi tidak memengaruhi daya pisah gel yang terbentuk. Meski begitu, formula pengemulsi dengan formulasi 100% Pc dapat diterima.

Tabel 2. Hasil analisis warna pengemulsi PGE (standar warna putih Pst dan yang berwarna cokelat kekuningan Pc) dengan chromameter

Notasi Warna ¹⁾	Pst	Pc	Perbedaan Warna
CIE L*	39.51	37.14	$\Delta L^* = +2.37$
CIE a*	-7.12	-7.68	$\Delta a^* = +0.56$
CIE b*	+19.35	+24.59	$\Delta b^* = -5.24$
			$\Delta E^* = 5.78$

Keterangan: $\Delta L^* +$ = sampel lebih terang dari standar; $\Delta L^* -$ = sampel lebih gelap dari standar; $\Delta a^* +$ = sampel lebih merah dari standar; $\Delta b^* +$ = sampel lebih kuning dari standar; $\Delta b^* -$ = sampel lebih biru dari standar; $\Delta a^* -$ = sampel lebih hijau dari standar

Tabel 3. Hasil analisis warna dengan chromameter, *spreadability* dengan penetrometer (per 10 mm/ menit) dan sensori warna *R-Index* (%) dari formula pengemulsi Pc

Perlakuan Konsentrasi ¹⁾	L*	a*	b*	ΔE*	Penetrasi	R-Index
Level 1 (Pc 0%)	42.01±1.24 ^a	3.73±0.87 ^a	18.59±0.82 ^a	-	201.67±46.52 ^a	50.00
Level 2 (Pc 25%)	41.83±2.21 ^a	3.01±1.13 ^a	20.99±1.94 ^a	2.51	212.33±21.78 ^a	47.15
Level 3 (Pc 50%)	39.30±0.67 ^a	4.69±0.59 ^a	18.85±0.78 ^a	2.88	177.33±23.76 ^a	62.24 ^{*)}
Level 4 (Pc 75%)	39.54±1.11 ^a	4.43±0.03 ^a	19.58±0.64 ^a	2.75	230.33±46.76 ^a	57.94
Level 5 (Pc 100%)	41.28±1.77 ^a	3.57±1.04 ^a	21.67±0.69 ^b	3.17	160±9.85 ^a	52.48

Keterangan: ¹⁾Huruf subset yang sama pada satu kolom menunjukkan parameter tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α=0.05 menurut hasil uji Dunnett; ^{*)}Berbeda dari R-Index table 61.92% pada taraf signifikansi α=0.05

Aplikasi formulasi Pc dalam pembuatan *sponge cake*

Hasil analisis mutu aplikasi formula BTP campuran pengemulsi (Tabel 4) pada adonan bolu *sponge* memberikan hasil yang tidak berbeda signifikan antara sampel formula dan kontrol, juga sesuai dengan rentang mutu parameter yang dipersyaratkan dalam pengujian formula di industri pangan terkait. Hal ini menandakan jika warna *polyglycerol esters* sebagai bahan baku formula tidak memengaruhi mutu hasil aplikasinya.

Tabel 4. Mutu aplikasi formula pengemulsi Pc dalam pembuatan bolu *sponge*

Perlakuan Konsentrasi ¹⁾	SG (g/mL)	Tinggi Bagian Tengah Kue (cm)	Warna Crumb	Struktur Pori Crumb
Level 1 (Kontrol)	0.31±0.00 ^a	10.2±0.2 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 2 (Pc 25%)	0.32±0.00 ^a	10.2±0.2 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 3 (Pc 50%)	0.33±0.00 ^a	9.9±0.2 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 4 (Pc 75%)	0.31±0.02 ^a	10.3±0.1 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 5 (Pc 100%)	0.32±0.00 ^a	10.2±0.2 ^a	Kuning muda	Seragam

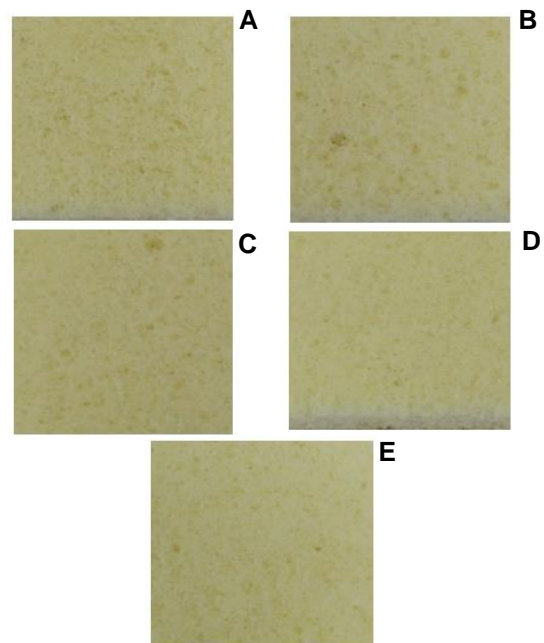
Keterangan: ¹⁾Huruf subset yang sama menunjukkan parameter tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α = 0.05

Struktur pori *crumb* bolu *sponge* keempat perlakuan (Gambar 1) memiliki struktur pori yang tingkat keseragamannya tidak berbeda nyata. Dengan demikian perbedaan warna formula pengemulsi tidak memengaruhi mutu *crumb* bolu *sponge*. Keseragaman struktur pori akan menghasilkan bolu *sponge* yang lembut dan memiliki permukaan *crumb* yang halus. Keseragaman pori dipengaruhi oleh proses aerasi yang terjadi pada tahap pencampuran adonan. Pengemulsi berperan dalam pembentukan sel udara yang kecil dan seragam sehingga membentuk struktur pori yang seragam pada saat udara dilepaskan dalam proses pemanggangan (Zhou *et al.* 2011).

Fomulasi BTP campuran pengemulsi dengan *distilled monoglycerides* berbeda warna

Pengemulsi *distilled monoglycerides* (DMG) produksi Denmark yang digunakan dalam penelitian ini juga memiliki dua warna yang berbeda. DMG standar (Mst) memiliki warna putih, sementara pengemulsi yang akan diuji lebih lanjut memiliki warna oranye kekuningan (Mk). Analisis warna menggunakan chromameter pada kedua DMG menunjukkan adanya perbedaan warna dengan nilai ΔE* sebesar 6.81 (Tabel 5). Pengecekan pengaruh warna Pc sebagai bahan baku dengan empat

formulasi perlakuan pada penelitian tahap satu menghasilkan formulasi terpilih yaitu formulasi level 5 (Pc 100%). Selanjutnya, dibuat lima level konsentrasi (Tabel 6) yang mencampurkan formulasi Pc 100% dengan Mk untuk melihat pengaruh warna *emulsifier* Pc dan Mk terhadap mutu produk formula *emulsifier*. Hasil analisis warna (Tabel 6) menunjukkan jika formulasi level 4 (Mk 75%) dan formulasi level 5 (Mk 100%) berbeda signifikan dengan kontrol pada notasi warna b*. Perbedaan warna ini dapat dilihat melalui nilai ΔE*. Nilai ΔE* sampel level 3 sebesar 3.15. Nilai ΔE* level 4 dan level 5 keduanya lebih dari 3.17 (nilai yang dapat diterima untuk industri pangan), yaitu 3.50 dan 4.68. Perbedaan warna yang terjadi antara kontrol (level 1) dan formula Mk level 4 (75%) dan level 5 (100%) secara obyektif cukup jauh dan dapat dibedakan secara visual.

**Gambar 1.** Struktur pori *crumb* bolu *sponge* formulasi Pc pada pembesaran yang sama (a: kontrol, b: level 2, c: level 3, d: level 4, e: level 5)**Tabel 5.** Hasil analisis warna pengemulsi DMG dengan chromameter

Notasi Warna	Mst	Mk	Perbedaan Warna
CIE L*	83.38	87.92	ΔL* = -4.54
CIE a*	+1.69	-0.81	Δa* = +2.50
CIE b*	+10.58	+6.15	Δb* = +4.43
			ΔE* = 6.81

Hasil uji warna formulasi pengemulsi Mk secara obyektif sesuai dengan hasil uji sensori warna menggunakan metode *R-Index* (Tabel 6) di mana perlakuan level 3, level 4 dan level 5 berbeda secara signifikan

dengan kontrol. Keempat sampel secara visual memiliki warna jingga kekuningan atau merah-kuning, namun panelis terseleksi dapat membedakan kekeruhan yang terjadi pada sampel formula pengemulsi level 3, 4, dan 5. Kekeruhan yang terjadi sesuai dengan nilai Δb^* sampel level 4 dan 5 yang bernilai negatif (sampel lebih biru dari kontrol). Korelasi antara hasil uji warna formula secara objektif dengan parameter ΔE dan nilai *R-Index* rata-rata memiliki nilai r^2 sebesar 0.7678.

Uji *spreadability* gel formula BTP Campuran pengemulsi menunjukkan keempat formulasi Mk tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 6). Hal ini menunjukkan jika warna bahan pengemulsi DMG tidak memengaruhi daya pisah gel yang terbentuk. *Spreadability* gel formula BTP campuran pengemulsi dipengaruhi oleh kepolaran bahan pembawa yang digunakan dan banyaknya air yang terdapat dalam komposisi (Van de Walle *et al.* 2008).

Aplikasi formulasi BTP campuran pengemulsi dari mk dalam pembuatan sponge cake

Mutu hasil aplikasi formula BTP campuran pengemulsi perlakuan formulasi Mk pada pembuatan bolu *sponge* menunjukkan keempat formulasi Mk tidak berbeda secara signifikan dalam parameter nilai SG dan tinggi tengah kue (Tabel 7). Nilai *specific gravity* adonan *sponge cake* dari hasil aplikasi keempat perlakuan formulasi Mk berkisar antara 0.30–0.31 g/mL, dan tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol (0.30 g/mL). Karena nilai SG adonan keempat perlakuan memiliki rentang yang sempit (0.30–0.31 g/mL), maka nilai tinggi tengah kue yang diperoleh juga memiliki kisaran sempit 10.0–10.1 cm. Struktur pori *crumb sponge cake* keempat perlakuan (Gambar 2) memiliki struktur pori yang tingkat keseragamannya tidak berbeda nyata. Menurut uji *R-Index* yang dilakukan untuk menilai struktur pori dan warna *crumb*, struktur pori *crumb* keempat perlakuan formulasi Mk seragam dan tidak berbeda nyata dengan kontrol, sementara warna *crumb* bolu *sponge* hasil aplikasi formulasi level 2, 3, dan 5 memiliki warna yang berbeda dengan kontrol. Hal ini dapat disebabkan warna formulasi Mk level 3 dan 5 yang lebih gelap dari kontrol

sehingga memengaruhi warna hasil aplikasi bolu *sponge* yang dibuat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa DMG yang merupakan pengemulsi utama (15% dari total formula emulsifier) dengan PGE (hampir separuh dari DMG) memberikan mutu bolu *sponge*, khususnya volume bolu dan struktur *crumb*, yang diharapkan. Hasil ini sejalan dengan hasil yang dikemukakan oleh Fu *et al.* (2018).

Tabel 7. Mutu aplikasi formulasi BTP campuran pengemulsi Mk dalam pembuatan *sponge cake*

Perlakuan Konsentrasi ¹⁾	SG (g/mL)	Tinggi Bagian Tengah Kue (cm)	Warna Crumb	Struktur Pori Crumb
Level 1 (Kontrol)	0.31±0.01 ^a	10.1±0.2 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 2 (Mk 25%)	0.30±0.02 ^a	10.1±0.2 ^a	Kuning muda*	Seragam
Level 3 (Mk 50%)	0.31±0.02 ^a	10.1±0.2 ^a	Kuning muda*	Seragam
Level 4 (Mk 75%)	0.31±0.02 ^a	10.0±0.1 ^a	Kuning muda	Seragam
Level 5 (Mk 100%)	0.31±0.01 ^a	10.1±0.1 ^a	Kuning muda*	Seragam

Keterangan: ¹⁾ Huruf subset yang sama menunjukkan parameter tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi $\alpha=0.05$ menurut hasil uji Dunnett; * Melambangkan berbeda signifikan dengan referen uji sensori metode *R-Index* pada taraf signifikansi $\alpha=0.05$

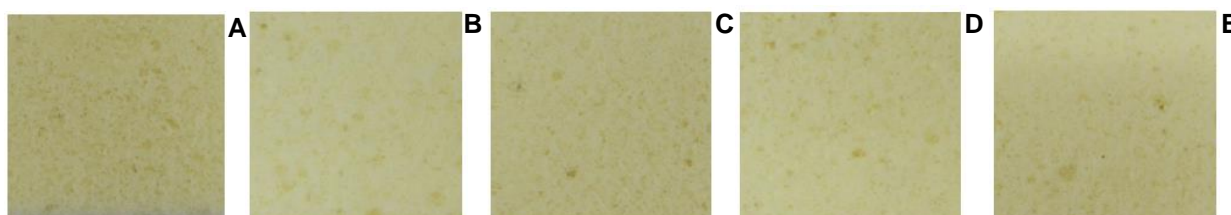
KESIMPULAN

Warna *polyglycerol esters* dan *distilled mono-glycerides* sebagai bahan baku pengemulsi memengaruhi warna formula BTP campuran pengemulsi. Warna formula ini memengaruhi warna *crumb* bolu *sponge* yang dapat dibedakan oleh panelis terseleksi dalam uji sensori menggunakan metode *R-Index*. Meskipun demikian, *spreadability* gel formula BTP campuran pengemulsi, nilai SG adonan bolu *sponge* dan tinggi tengah kue tidak dipengaruhi oleh warna *polyglycerol esters* dan *distilled monoglycerides*. Formulasi terpilih yang dapat digunakan untuk mengurangi penolakan bahan baku pengemulsi PGE dan DMG yaitu penggunaan 100% PGE coklat kekuningan dengan penggunaan 25% DMG orange kekuningan.

Tabel 6. Hasil analisis warna dengan chromameter, *spreadability* dengan penetrometer (per 10 mm/menit) dan sensori warna *R-Index* (%) dari formula emulsifier Mk

Perlakuan Konsentrasi ¹⁾	L*	a*	b*	ΔE^*	Penetrasi	<i>R-Index</i>
Level 1 (Mk 0%)	40.77±0.62 ^a	5.87±0.14 ^a	22.53±1.56 ^a	-	185.33±8.08 ^a	50.0
Level 2 (Mk 25%)	39.31±0.55 ^a	5.53±0.83 ^a	20.81±1.45 ^a	2.29	174.67±2.89 ^a	55.42
Level 3 (Mk 50%)	39.80±0.27 ^a	5.39±0.48 ^a	19.58±1.27 ^a	3.15	202.67±17.47 ^a	63.53 ¹⁾
Level 4 (Mk 75%)	39.22±0.97 ^a	6.59±0.69 ^a	19.48±0.80 ^b	3.50	196.67±21.63 ^a	84.13 ¹⁾
Level 5 (Mk 100%)	40.36±0.54 ^a	6.78±0.39 ^a	17.96±1.20 ^b	4.68	179.33±6.11 ^a	89.26 ¹⁾

Keterangan: ¹⁾Huruf subset yang sama pada satu kolom menunjukkan parameter tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi $\alpha=0.05$ menurut hasil uji Dunnett; ²⁾Berbeda dari *R-Index* table 61.92% pada taraf signifikansi $\alpha=0.05$



Gambar 2. Struktur pori *crumb sponge cake* formulasi BTP campuran pengemulsi Mk pada pembesaran yang sama (a: kontrol, b: level 2, c: level 3, d: level 4, e: level 5)

DAFTAR PUSTAKA

- Bi J, O'Mahony M. 2007. Updated and extended table for testing the significance of the R-index. *J Sensory Studies* 22(6): 713-720. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2007.00132.x.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Bahan Tambahan Pangan Campuran. Jakarta: BPOM.
- Caballero B, Finglas PM, Toldra F (eds). 2016. *Encyclopedia of Food and Health*. Oxford (UK): Elsevier.
- Chaiya B, Pongsawatmanit R. 2011. Quality of batter and sponge cake prepared from wheat-tapioca flour blends. *Kasetsart J Nat Sci* 45(2): 305-313.
- Codex Committee on Food Additives. 2015. Discussion Paper on Secondary Food Additives. Agenda item 8, CX/FA 15/47/19. Rome (Italy): Codex Alimentarius Commission. http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFA/ccfa47/fa47_19e.pdf (3 Juni 2020)
- Fu Y, Zhao R, Zhang L, Bi Y, Zhang H, Chen G. 2018. Influence of acylglycerol emulsifier structure and composition on the function of shortening in layer cake. *Food Chem* 249: 213-221. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.12.051.
- Jaekel T, Ternes W. 2009. Changes in rheological behaviour and functional properties of hen's egg yolk induced by processing and fermentation with phospholipases. *Int J Food Sci Technol* 44(3): 567-573. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01847.x.
- Kohajdova Z, Karovicova J, Schmidt S. 2009. Significance of *emulsifiers* and hydrocolloids in bakery industry. *Acta Chimica Slovaca* 2(1): 46-61.
- Lee HS, Van Hout D. 2009. Quantification of sensory and food quality: the R-index analysis. *J Food Sci* 74(6): 57-64. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01204.x.
- Lee LY, Chin NL, Lim CH, Yusof YA, Talib RA. 2014. Saturated distilled monoglycerides variants in gel-form cake *emulsifiers*. *Agriculture Agr-cultural Sci Proced* 2: 191-198. DOI: 10.1016/j.aaspro.2014.11.027.
- Orthofer F, Kim D. 2019. Applications of Emulsifiers in Baked Foods. In *Emulsifiers and Their Applications*. Hasenhuettl GL, Hartel, RW (Eds). Springer: Switzerland. Pp. 299-321. DOI: 10.1007/978-3-030-29187-7_10.
- Psimouli V, Oreopoulou V. 2013. The effect of fat replacers on batter and cake properties. *J Food Sci* 78(10): 1495-1502. DOI: 10.1111/1750-3841.12235.
- Richardson G, Langton M, Faldt P, Hermansson AM. 2002. Microstructure of α -crystalline emulsifiers and their influence on air incorporation in cake batter. *J Cereal Chem* 79(4): 546-552. DOI: 10.1094/CCHEM.2002.79.4.546.
- Rhim J, Wu Y, Weller C, Schenpf M. 1999. Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propyleneglycol alginate. *J Food Sci* 64(1): 149-152. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb09880.x.
- Sahi SS, Alava JM. 2003. Functionality of *emulsifiers* in sponge cake production. *J Sci Food Agric* 83: 1419-1429. DOI: 10.1002/jsfa.1557.
- Sari DM, Andarwulan N, Fardiaz D. 2019. Profil komposisi BTP campuran, pelabelan, dan penggunaannya pada industri rumah tangga pangan (IRTP) di DKI Jakarta. *J Mutu Pangan* 6(1): 38-45. DOI: 10.29244/jmpi.2019.6.38.
- Van de Walle D, Goossens P, Dewettinck K. 2008. Influence of sodium soap and ionic strength on the mesomorphic behavior and the a-gel stability of a commercial distilled monoglyceride. *Food Res Int* 41(3): 247-254. DOI: 10.1016/j.foodres.2007.12.001.
- Wrigley C, Corke H, Seetharaman K, Faubion J. 2016. *Encyclopedia of Food Grains*, 2nd Edition. Oxford (UK): Elsevier.
- Yagiz Y, O Balaban M, Kristinsson HG, Welt BA, Marshall MR. 2009. Comparison of Minolta colorimeter and machine vision system in measuring colour of irradiated Atlantic salmon. *J Sci Food Agric* 89(4): 728-730. DOI: 10.1002/jsfa.3467.
- Zhou J, Faubion JM, Walker CE. 2011. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. *LWT-Food Sci Technol* 44(8): 1802-1808. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.03.013.

JMP-02-20-03-Naskah diterima untuk ditelaah pada 26 Maret 2020. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 13 April 2020. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>