KARAKTERISASI TEPUNG KOMPOSIT BERBASIS MOCAF DAN KACANG-KACANGAN SEBAGAI BAHAN BAKU BISKUIT MP-ASI

*(Characterization of Composite Flour Based on Mocaf and Beans Flour as
Ingredient for Weaning Food)*

Lia Ratnawati, Riyanti Ekafitri, Dewi Desnilasari

Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna, Jl. K.S Tubun No 5, Subang, Jawa Barat, 41213,
Indonesia

e-mail: lia.romeo@gmail.com

Naskah diterima 18 Maret 2019, revisi akhir 13 Juni 2019 dan disetujui untuk diterbitkan 14 Juni 2019

ABSTRAK. Tepung mocaf dapat digunakan sebagai pengganti terigu pada pembuatan biskuit MP-ASI (Makanan Pendamping Air Susu Ibu) karena mengandung karbohidrat yang tinggi. Kadar protein yang rendah dari tepung mocaf memerlukan penambahan tepung kacang-kacangan sebagai sumber protein sehingga membentuk tepung komposit yang sesuai untuk bahan baku biskuit MP-ASI. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisikokimia, fungsional dan profil gelatinisasi dari tepung komposit mocaf dan kacang-kacangan. Jenis kacang-kacangan yang digunakan adalah kedelai, kacang hijau dan kacang merah. Setiap jenis tepung kacang-kacangan ditambahkan sebesar 40% untuk masing-masing formulasi tepung komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar abu, protein, lemak, kelarutan, aktivitas dan stabilitas emulsi, kapasitas dan stabilitas foam dan suhu gelatinisasi. Penambahan tepung kacang-kacangan pada tepung mocaf juga berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar pati, amilosa, swelling power, kapasitas penyerapan minyak serta profil gelatinisasi (viskositas puncak, breakdown, akhir dan setback) dari tepung komposit yang dihasilkan. Tepung komposit mocaf-kacang hijau adalah yang direkomendasikan sebagai bahan baku pembuatan biskuit MP-ASI karena memiliki kelarutan yang rendah dan densitas kampa yang tinggi serta memenuhi persyaratan SNI biskuit MP-ASI yang mensyaratkan kandungan protein minimal 6%, lemak maksimal 18% dan serat pangan maksimal 5%.

Kata kunci: biskuit MP-ASI, profil gelatinisasi, sifat fisikokimia, sifat fungsional, tepung mocaf.

ABSTRACT. Mocaf flour is able to replace wheat flour as raw material for MP-ASI biscuits (weaning food) because it contains high carbohydrates. Low protein content of mocaf flour requires the addition of bean flour to form composite flour which is suitable for MP-ASI biscuits. The purpose of this study was to determine the physicochemical, functional and gelatinization properties of composite flour from mocaf and beans. The types of beans used were soybean, mung bean and red bean. Those type of beans flour was added 40% for each composite flour formulation. The results showed that the addition of beans flour into mocaf flour was significantly affected the increase in ash content, protein, fat, solubility, emulsion activity and stability, foam capacity and stability and gelatinization temperature. The addition of beans flour also significantly affected the decrease in starch, amylose content, swelling power, oil absorption capacity and gelatinization profile (peak, breakdown, final and setback viscosity) of the composite flour. Mocaf-mung bean composite flour was recommended as a raw material for making MP-ASI biscuits because it has low solubility and high bulk density and met the Indonesian standard (SNI) of MP-ASI biscuits which requires minimum 6% protein content, maximum 18% fat and maximum 5% dietary fiber.

Keywords: functional properties, gelatinization profile, mocaf flour, physicochemical properties, weaning food.

1. PENDAHULUAN

Tepung komposit adalah campuran dari beberapa tepung yang berbeda dan biasanya berasal dari sereal, kacang-kacangan atau umbi-umbian dengan atau tanpa penambahan tepung terigu. Tepung komposit dibuat untuk memenuhi karakteristik fungsional dan komposisi nutrisi yang spesifik (Bolarinwa *et al.*, 2015). Penggunaan tepung komposit telah banyak digunakan untuk produksi berbagai produk olahan pangan. Oluwamukomi & Oluwalana (2011) melakukan penelitian tentang tepung komposit terigu dan tepung singkong dengan penambahan tepung kedelai untuk produk biskuit. Bolarinwa *et al.* (2015) juga telah melakukan penelitian tepung komposit sorgum dan kedelai. Penggunaan tepung komposit untuk mengurangi penggunaan tepung terigu dengan tepung bahan lokal (umbi-umbian, buah, dan kacang-kacangan). Tepung komposit dapat digunakan untuk bahan dasar pembuatan makanan pendamping air susu ibu (Hardianti *et al.*, 2018; Yustiyani & Setiawan, 2013).

Biskuit makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI) adalah makanan pendamping yang diberikan kepada bayi usia 6-24 bulan, diproduksi melalui proses pemanggangan, dapat dikonsumsi setelah dilumatkan dengan penambahan air, susu, atau cairan lain yang sesuai atau dapat dikonsumsi langsung sesuai umur dan organ pencernaan bayi/anak (BSN, 2005). Biskuit MP-ASI yang biasa dijumpai di pasaran sebagian besar terbuat dari tepung terigu, sehingga perlu dikembangkan sebuah produk MP-ASI berbahan pangan lokal yang akan mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan adalah tepung mocaf. Tepung mocaf merupakan tepung singkong yang telah mengalami modifikasi secara mikrobiologis sehingga karakteristiknya lebih baik daripada tepung singkong (Afifah & Ratnawati, 2017). Tepung mocaf dapat digunakan sebagai pengganti terigu pada pembuatan biskuit MP-ASI

karena mengandung karbohidrat yang tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi balita.

Produksi singkong di Indonesia tergolong tinggi yaitu menempati urutan kelima di dunia. Produksi singkong Indonesia pada tahun 2017 adalah sebesar 19.053.748 ton (Badan Pusat Statistik, 2018). Afifah & Ratnawati (2017) menyatakan bahwa tepung mocaf memiliki kekurangan yaitu kandungan proteinnya yang tergolong rendah, sebesar 1,77%. Hal tersebut menjadi kendala karena SNI biskuit MP-ASI No. 01-7111.2-2005 (BSN, 2005) mensyaratkan kandungan protein minimal sebesar 6%. Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penambahan tepung lain sebagai sumber protein, salah satunya adalah tepung kacang-kacangan.

Tepung kacang-kacangan dipilih karena kandungan proteinnya cukup tinggi yaitu berkisar antara 20-40%. Kacang-kacangan yang digunakan sebagai alternatif sumber protein adalah kedelai, kacang hijau dan kacang merah. Selain karena kandungan protein yang dimiliki, ketersediaannya di Indonesia juga memadai. Data produksi kacang kedelai, kacang hijau dan kacang merah pada tahun 2017 berturut-turut adalah 538.728 ton, 241.334 ton dan 74.364 ton (Badan Pusat Statistik, 2018). Kandungan gizi kedelai per 100 g kedelai mengandung energi 381 kkal, protein 40 g, lemak 16,7 g dan karbohidrat 24,9 g (Hardianti *et al.*, 2018). Kadar protein tepung kedelai, tepung kacang hijau dan tepung kacang merah berturut-turut adalah 40,97%, 24,99% dan 22,53% (Ratnawati *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai tepung komposit dengan penambahan tepung kacang-kacangan telah dilakukan. Bolarinwa *et al.* (2015) menambahkan 10-40% tepung kedelai ke dalam tepung komposit berbasis tepung kecambah sorgum. Asaam *et al.* (2018) juga telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan tepung kedelai sebesar 35% ke dalam tepung komposit berbasis jagung sebagai bahan baku

pembuatan sereal sarapan. Sementara penelitian mengenai tepung komposit sebagai bahan baku untuk biskuit MP-ASI masih sangat terbatas terutama yang berbasis mocaf serta campuran tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai karakterisasi tepung komposit tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi sifat fisikokimia, fungsional dan profil gelatinisasi dari tepung komposit yang merupakan campuran mocaf dan tepung kacang-kacangan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah mocaf, tepung kedelai, tepung kacang hijau dan tepung kacang merah. Mocaf diperoleh dari UKM Harapan Jaya, Kabupaten Subang. Kedelai dan kacang hijau diperoleh dari pasar lokal yang ada di Subang. Kacang merah diperoleh dari pasar lokal yang ada di Lembang, Bandung.

Alat yang digunakan untuk analisa adalah oven listrik (Memmert), tanur (Vulcan D-130), *hot plate* (Labinco), cawan porselen, peralatan gelas, timbangan analitik (Gram FV-220C), ekstraktor soxhlet, *vortex mixer* (K VM-300), *Rapid Visco Analyzer* (RVA-TecMaster), *colorimeter* (NH310), *shaker waterbath* (GFL 1086) dan sentrifus (*Thermoscientific* SL40R).

Pembuatan Tepung Kedelai, Kacang Hijau dan Kacang Merah

Pembuatan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Pusat

Penelitian Teknologi Tepat Guna-LIPI Subang. Kedelai, kacang hijau dan kacang merah dicuci lalu direndam menggunakan air dengan suhu 60-70 °C selama 3-4 jam. Proses selanjutnya adalah pengelupasan kulit ari menggunakan alat pengelupas, kemudian dipisahkan antara biji dan kulit arinya. Selanjutnya, biji kedelai, kacang hijau dan kacang merah dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 50 °C selama 12 jam hingga diperoleh kadar air kurang dari 10% (b/b). Biji kacang-kacangan yang telah kering digiling menggunakan *disk mill* hingga menjadi tepung kemudian diayak menggunakan ayakan dengan tingkat kehalusan 40 mesh.

Pembuatan Tepung Komposit

Persentase penambahan tepung kacang-kacangan merujuk pada Bolarinwa *et al.* (2015) yang menggunakan 40% tepung kacang kedelai pada tepung komposit. Formula tersebut dapat meningkatkan kandungan protein tepung komposit hingga 19,2% dan meningkatkan kandungan lemak, abu dan serat. Pembuatan tepung komposit diawali dengan menimbang tepung mocaf dan tepung kacang-kacangan (kedelai, kacang hijau dan kacang merah) sesuai dengan komposisi pada Tabel 1. Setelah itu, tepung komposit dicampur dengan menggunakan *dry mill* lalu disimpan dalam plastik untuk dilakukan analisa lebih lanjut.

Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Komposit

Pengujian sifat fisikokimia tepung komposit meliputi uji proksimat, pati,

Tabel 1. Komposisi tepung komposit mocaf dan kacang-kacangan

Perlakuan	Persentase bahan (basis tepung)			
	Tepung Mocaf	Tepung Kedelai	Tepung Kacang Hijau	Tepung Kacang Merah
A0	100	-	-	-
A1	60	40	-	-
A2	60	-	40	-
A3	60	-	-	40

Keterangan : A0 = kontrol (100% tepung mocaf), A1 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kedelai (40%), A2 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang hijau (40%), A3 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang merah (40%)

amilosa, amilopektin, serat pangan dan pengujian warna. Pengujian proksimat pada penelitian ini menggunakan metode SNI 01-2891-1992 tentang cara uji makanan dan minuman (BSN, 1992). Total karbohidrat dihitung menggunakan metode *by difference* sesuai persamaan berikut ini.

$$\text{Total karbohidrat} = 100 - (\% \text{ air} + \% \text{ abu} + \% \text{ protein} + \% \text{ lemak})$$

Analisa pati tepung mocaf dan tepung komposit berdasarkan pada metode SNI 3451 (BSN, 2011), sedangkan kadar amilosa menggunakan metode spektrofotometri (Apriyantono, 1989), untuk kadar amilopektin dihitung berdasarkan pengurangan pati dan amilosa. Pengujian serat pangan sampel menggunakan metode enzimatis dan gravimetri (AOAC, 2007).

Serat pangan (%) =

$$\frac{\text{berat residu} - \text{berat protein} - \text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Pengujian warna menggunakan *colorimeter* (NH310). Parameter warna dinyatakan dalam nilai L^* yang mengindikasikan *lightness* atau tingkat kecerahan (nilai 0-100 mengindikasikan gelap-terang), nilai a^* yang mengindikasikan tingkat kemerahan sampai kehijauan dan nilai b^* yang mengindikasikan tingkat kekuningan hingga kebiruan.

Karakterisasi Sifat Fungsional Tepung Komposit

Pengujian sifat fungsional tepung komposit meliputi *swelling power* (g/g), kelarutan (%), kapasitas penyerapan air (%), kapasitas penyerapan minyak (%), aktivitas emulsi (%), stabilitas emulsi (%), kapasitas *foam* (%), stabilitas *foam* (%) dan densitas kamba (g/mL).

Pengujian *swelling power* dan kelarutan menggunakan metode Pranoto *et al.* (2014) dengan sedikit modifikasi. Sampel sebanyak 0,2 g dimasukkan ke dalam tabung sentrifus yang telah diketahui beratnya, kemudian ditambahkan 10 mL akuades dan dihomogenkan. Selanjutnya sampel didiamkan pada suhu ruang selama 5 menit, lalu dimasukkan ke

dalam *waterbath* bersuhu 95 °C selama 30 menit. Tahapan berikutnya adalah pemisahan gel dan supernatan dengan menggunakan sentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. *Swelling power* ditunjukkan dengan gel yang terbentuk setelah proses pemanasan. Sementara itu, supernatan ditempatkan pada cawan yang telah diketahui beratnya kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 °C hingga diperoleh bobot konstan. *Swelling power* dan kelarutan dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Swelling power} \left(\frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1}$$

Keterangan:

W_1 = berat sampel (g)

W_2 = berat gel + tabung (g)

W_3 = berat sampel + tabung (g)

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W_1 = berat sampel (g)

W_2 = berat supernatan kering (g)

Pengujian kapasitas penyerapan air dan kapasitas penyerapan minyak dilakukan sesuai metode Chandra *et al.* (2015). Sampel tepung komposit sebesar 1 g dimasukkan ke dalam tabung sentrifus yang telah diketahui beratnya, kemudian ditambahkan 10 mL akuades atau minyak sawit lalu dihomogenkan dengan menggunakan *vortex*. Sampel didiamkan pada suhu ruang (30 ± 2 °C) selama 30 menit dan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Setelah sentrifugasi, supernatan didekantasi dan berat tabung sentrifus serta endapan ditimbang. Kapasitas penyerapan air dan minyak dinyatakan dalam persen air atau minyak yang diabsorpsi per g sampel. Rumus perhitungan kapasitas penyerapan air dan minyak adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas penyerapan air atau minyak (\%)} \\ = \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan:

W_1 adalah berat sampel (g) dan W_2 adalah berat endapan (g)

Kapasitas dan stabilitas emulsi dianalisa menggunakan metode Chandra *et al.*(2015) dengan sedikit modifikasi. Sampel ditimbang sebesar 0,5 g kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifus, lalu ditambahkan 5 mL akuades dan 5 mL minyak. Emulsi tersebut dihomogenkan dan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Rasio antara tinggi (volume) lapisan emulsi dan tinggi (volume) campuran disebut kapasitas emulsi (%). Selanjutnya, emulsi tersebut dipanaskan pada *waterbath* dengan suhu 80 °C selama 30 menit lalu didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit dan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Setelah itu dilakukan perhitungan stabilitas emulsi (%), yaitu rasio antara tinggi (volume) lapisan emulsi dan tinggi (volume) campuran.

Kapasitas dan stabilitas *foam* dianalisa menggunakan metode Narayana & Narasinga (1982) dengan sedikit modifikasi. Sampel sebanyak 0,2 g ditempatkan pada tabung sentrifus berskala kemudian ditambahkan 10 mL akuades. Suspensi kemudian dicampur hingga larut dan dikocok selama ± 5 menit hingga membentuk *foam*. Volume *foam* saat 30 detik setelah pengocokan dihitung sebagai kapasitas *foam* (%). Volume *foam* setelah suspensi didiamkan selama 1 jam dihitung sebagai stabilitas *foam* (%).

Densitas kamba (*bulk density*) sampel tepung komposit diukur menggunakan metode Butt & Batool (2010). Sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 mL kemudian dipadatkan hingga diperoleh volume dari sampel tepung komposit tersebut. Densitas kamba dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Densitas kamba} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{berat sampel (g)}}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Karakterisasi Profil Gelatinisasi Tepung Komposit

Pengujian profil gelatinisasi yang dilakukan mengikuti metode *general pasting* RVATM STD1. Pengujian menggunakan alat *Rapid Visco Analyzer*

(*RVA-TecMaster*, *Macquarie Park*, Australia). Sampel tepung komposit ditimbang dengan berat 3,5 g kemudian dicampur dengan 25 g akuades dalam wadah aluminium. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *Rapid Visco Analyzer* dengan kecepatan perputaran 160 rpm pada suhu 50 °C selama 1 menit. Selanjutnya sampel dipanaskan hingga mencapai suhu 95 °C dalam 4 menit, kemudian ditahan pada suhu 95 °C selama 3 menit. Setelah itu, sampel didinginkan kembali sampai suhu 50 °C dalam 4 menit dan kemudian ditahan pada suhu 50 °C selama 2 menit.

Analisa Statistik

Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada selang kepercayaan 5% ($p < 0,05$) dan jika berbeda nyata dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan SPSS versi 13 (Ratnawati & Afifah, 2017)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisikokimia

Sifat fisikokimia tepung mocaf dan tepung komposit (mocaf-kedelai, mocaf-kacang hijau dan mocaf-kacang merah) dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan penambahan tepung kedelai dan kacang hijau pada sampel tepung komposit berpengaruh nyata terhadap kadar air ($p < 0,05$), sedangkan penambahan tepung kacang merah tidak menunjukkan efek yang signifikan terhadap kadar air ($p > 0,05$). Kadar air tepung mocaf cenderung lebih tinggi dari tepung komposit. Penambahan tepung kacang-kacangan menurunkan kadar air tepung komposit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kadar air tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah lebih rendah dari tepung mocaf. Ratnawati *et al.*(2019) menyebutkan bahwa kadar air tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah berturut-turut adalah 4,66%, 5,63% dan 7,6%. Kadar air yang rendah pada tepung kacang-kacangan kemungkinan disebabkan karena kadar air bahan baku yang hanya berkisar antara 10,2-12,1% (Kantha *et al.*, 1987). Sementara kadar

Tabel 2. Pengaruh jenis tepung kacang-kacangan terhadap sifat fisikokimia tepung komposit

Sifat Fisikokimia	Sampel perlakuan			
	A0	A1	A2	A3
Air (% bb)	9,40 ^c	7,60 ^a	8,62 ^b	9,08 ^{bc}
Abu (% bb)	1,05 ^a	2,17 ^d	1,41 ^b	1,88 ^c
Protein (% bb)	1,55 ^a	14,44 ^c	10,88 ^b	9,53 ^b
Lemak (% bb)	0,74 ^a	10,64 ^c	1,18 ^b	1,02 ^{ab}
Karbohidrat (% bb)	87,26 ^c	65,15 ^a	78,31 ^b	78,48 ^b
Pati (%)	77,23 ^d	68,11 ^a	68,63 ^b	68,95 ^c
Amilosa (%)	34,44 ^c	18,30 ^a	26,79 ^b	25,50 ^b
Amilopektin (%)	42,80 ^{ab}	49,81 ^c	41,84 ^a	43,45 ^b
Serat pangan (%)	9,58 ^b	18,53 ^c	5,19 ^a	10,30 ^b
Warna				
L*	75,19 ^{bc}	72,56 ^a	77,04 ^c	74,47 ^{ab}
a*	1,11 ^a	1,70 ^c	1,19 ^{ab}	1,29 ^b
b*	7,16 ^a	11,66 ^d	9,76 ^c	7,77 ^b

Keterangan : - A0 = kontrol (100% tepung mocaf), A1 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kedelai (40%), A2 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang hijau (40%), A3 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang merah (40%).

- Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%

air umbi singkong segar jauh lebih tinggi yaitu mencapai 60% (Prabawati *et al.*, 2011). Hasil pada penelitian ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bolarinwa *et al.* (2015) yaitu kadar air tepung komposit kecambah sorgum-tepung kedelai menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi penambahan tepung kedelai yaitu dari 6,76% (100% tepung kecambah sorgum) menjadi 5,66% (60% tepung kecambah sorgum dan 40% tepung kedelai).

Penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah secara signifikan meningkatkan kadar abu dan protein tepung komposit. Kadar abu sampel tepung komposit meningkat sebesar 33,96-106,3%. Peningkatan kadar abu mengindikasikan jumlah mineral yang terdapat dalam sampel juga meningkat. Kacang-kacangan merupakan sumber mineral alami, dimana kacang kedelai kaya akan vitamin dan mineral seperti zat besi, zink, *copper*, tiamin, riboflavin, niasin dan asam pantotenat (Mcarthur *et al.*, 1988). Kacang merah mengandung mineral seperti kalium, zat besi, zink, magnesium

dan mangan (Audu & Aremu, 2011). Kadar abu tepung kacang kedelai, kacang hijau dan kacang merah berturut-turut adalah 3,6% (Jahreis *et al.*, 2016); 3,02% (Brishti *et al.*, 2017) dan 2,2% (Audu & Aremu, 2011). Kadar abu tepung komposit meningkat dari 1,05% menjadi 1,41-2,17% ketika dicampur dengan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bolarinwa *et al.* (2015). Bolarinwa *et al.* (2015) menyebutkan bahwa penambahan tepung kedelai juga meningkatkan kadar abu tepung komposit kecambah sorgum dari 1,65% menjadi 3,14%. Berdasarkan SNI, kadar abu biskuit MP-ASI tidak boleh lebih dari 3,5% sehingga tepung komposit pada penelitian ini memenuhi syarat sebagai bahan baku pembuatan biskuit MP-ASI.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan tepung kedelai pada perlakuan menghasilkan tepung komposit dengan kadar protein tertinggi yaitu 14,44%. Hal ini disebabkan karena kandungan protein dari kedelai lebih tinggi

daripada kacang hijau dan kacang merah. Kandungan protein tepung kedelai, tepung kacang hijau dan tepung kacang merah berturut-turut adalah 35,6% (Jahreis *et al.*, 2016), 25,9% (Butt & Batool, 2010) dan 23,6% (Audu & Aremu, 2011), maka kandungan protein tepung komposit menjadi lebih tinggi daripada tepung mocaf. Penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah meningkatkan kadar protein tepung komposit sebesar 5-8 kali lipat jika dibandingkan kontrol. Penelitian dari Bolarinwa *et al.*, (2015) menyatakan bahwa penambahan tepung kedelai meningkatkan kadar protein tepung komposit berbasis kecambah sorgum dari 7,29% menjadi 19,19%. Kadar protein yang ada dalam biskuit MP-ASI menurut SNI minimal sebesar 6%. Hal ini mengindikasikan bahwa sampel tepung komposit dengan penambahan tepung kedelai, kacang hijau maupun kacang merah dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biskuit MP-ASI.

Berdasarkan analisa statistik diketahui bahwa sampel tepung komposit mocaf-kedelai memiliki kadar lemak yang berbeda nyata ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Kadar lemak sampel perlakuan dengan penambahan tepung kedelai mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena kadar lemak kedelai lebih tinggi daripada kacang hijau dan kacang merah. Jahreis *et al.*, (2016) menyebutkan bahwa kadar lemak tepung kacang kedelai adalah 22,8%, sedangkan kadar lemak tepung kacang hijau dan kacang merah lebih rendah yaitu 1,24% (Butt & Batool, 2010) dan 8,13% (Pangastuti *et al.*, 2013). Hasil yang sama juga diungkapkan oleh Bolarinwa *et al.* (2015) bahwa penambahan tepung kedelai sebesar 40% pada tepung komposit berbasis kecambah sorgum dapat meningkatkan kadar lemak dari 2,49% menjadi 9,26%. SNI biskuit MP-ASI mensyaratkan kadar lemak maksimal adalah 18%, padahal dalam proses pembuatannya terdapat bahan-bahan lainnya yang berkontribusi pada kadar lemak produk akhir seperti telur dan margarin. Kadar lemak yang diharapkan

pada tepung komposit tidak terlalu tinggi, sedangkan dari ketiga jenis perlakuan yang memenuhi adalah tepung komposit mocaf-kacang hijau dan mocaf-kacang merah.

Kadar karbohidrat mengalami penurunan yang signifikan ketika ditambahkan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah pada sampel tepung komposit. Hal ini terjadi karena pengaruh komponen lain yang ada pada tepung komposit, seperti sampel A1 (mocaf-kedelai) yang memiliki kadar karbohidrat paling rendah yaitu 65,15% karena kandungan protein dan lemak yang tinggi. Karbohidrat dihitung berdasarkan pengurangan komponen lain dalam suatu bahan. Semakin tinggi nilai komponen lain (air, abu, protein dan lemak) akan berpengaruh terhadap penghitungan karbohidrat yaitu menjadi semakin rendah. Bolarinwa *et al.* (2015) di dalam penelitiannya juga mengevaluasi kadar karbohidrat tepung komposit berbasis kecambah sorgum dengan penambahan tepung kedelai. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan tepung kedelai hingga 40% menurunkan kadar karbohidrat dari 78,88% menjadi 58,38%.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kadar pati tepung komposit menurun secara signifikan seiring dengan penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah jika dibandingkan kontrol. Kandungan pati pada tepung kacang-kacangan cenderung lebih rendah dari tepung umbi-umbian sehingga menyebabkan kadar pati tepung komposit menjadi lebih rendah. Dahiya *et al.* (2015) menyebutkan bahwa kandungan pati tepung kacang hijau rata-rata adalah 47%, sedangkan tepung kedelai memiliki kandungan pati rata-rata 14,85% (Alamu *et al.*, 2017).

Kadar amilosa sampel tepung komposit juga mengalami penurunan yang signifikan jika dibandingkan kontrol. Kadar amilosa sampel berada pada kisaran 18,3-34,44%. Kadar amilosa tepung mocaf adalah yang tertinggi yaitu 34,44%. Hasil ini sedikit berbeda jika dibandingkan hasil amilosa tepung mocaf penelitian sebelumnya yang lebih rendah yaitu 27,83% (Afifah & Ratnawati, 2017).

Penambahan tepung kacang-kacangan menurunkan kadar amilosa. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena kacang-kacangan mengandung lebih banyak protein sehingga proporsi amilosa dalam bahan lebih sedikit jika dibandingkan umbi-umbian. Tepung kacang hijau dan kedelai memiliki kandungan amilosa rata-rata 24% (Dahiya *et al.*, 2015) dan 2,32% (Alamu *et al.*, 2017).

Jenis tepung kacang-kacangan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar amilopektin, kecuali sampel A1 (mocaf-kedelai). Penambahan tepung kedelai dan kacang merah meningkatkan kadar amilopektin, sedangkan pada tepung kacang hijau menurunkan kadar amilopektin. Kadar amilopektin pada tepung atau pati berkorelasi negatif dengan kadar amilosanya. Semakin tinggi kadar amilosa maka kadar amilopektin menjadi semakin rendah dan sebaliknya. Hal ini disebabkan karena kadar amilopektin dihitung dari hasil pengurangan kadar pati dan amilosa.

Serat pangan adalah bagian yang tidak dapat dicerna dari suatu bahan makanan yang dapat menjaga kesehatan saluran pencernaan. Penambahan tepung kacang-kacangan yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda pula pada kadar serat pangan tepung komposit (Tabel 2). Secara statistik, penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah menyebabkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar serat pangan tepung komposit. Penambahan tepung kedelai dan kacang merah pada tepung komposit meningkatkan nilai serat pangan, sedangkan penambahan tepung kacang hijau menurunkan nilai serat pangan. Hal ini disebabkan karena kadar serat pangan tepung kedelai (9,89%) dan kacang merah (23,8%) lebih tinggi daripada tepung kacang hijau (6,57%) (Ratnawati *et al.*, 2019). Kadar serat pangan yang diperbolehkan pada biskuit MP-ASI sesuai SNI adalah maksimal 5%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel tepung komposit yang ada pada penelitian ini melebihi batas maksimal SNI. Penambahan bahan lain pada proses pembuatan biskuit MP-ASI mungkin akan

berpengaruh pada kadar serat pangan produk akhir. Hasil dari ketiga perlakuan tersebut, maka yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biskuit MP-ASI adalah komposit mocaf-kacang hijau karena memiliki kadar serat pangan yang paling rendah yaitu 5,19%.

Warna tepung komposit dapat mempengaruhi warna produk akhir yang dihasilkan serta penerimaan konsumen. Oleh karena itu pengujian warna tepung komposit perlu dilakukan karena terkait dengan aplikasinya ke produk pangan. Terdapat 3 parameter yang diukur dalam pengujian warna yaitu nilai L^* , a^* dan b^* . Pathare & Opara (2013) menyatakan bahwa nilai L^* mengindikasikan tingkat kecerahan dimana semakin tinggi nilai L^* maka semakin cerah suatu sampel (skala 0-100), nilai a^* mengindikasikan campuran warna hijau-merah (nilai negatif untuk warna kehijauan dan nilai positif untuk warna kemerahan) sedangkan b^* mengindikasikan campuran warna biru-kuning (nilai negatif untuk warna kebiruan dan nilai positif untuk warna kekuningan).

Berdasarkan analisa statistik, jenis tepung kacang-kacangan yang dicampur dengan tepung mocaf tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai L^* sampel kecuali sampel A1 dan A2, dimana sampel A1 (mocaf-kedelai) memiliki nilai L^* terendah. Hal ini disebabkan karena nilai L^* tepung kedelai (79,07) lebih rendah dari tepung kacang hijau (83,37) dan tepung kacang merah (86,74) (Ratnawati *et al.*, 2019). Hal ini kemungkinan disebabkan karena kadar lemak pada tepung kedelai yang lebih tinggi. Lemak atau minyak pada bahan pangan khususnya produk tepung-tepungan akan memberikan efek terhadap warna tepung yaitu meningkatnya warna kekuningan yang dapat menurunkan kecerahan (Widaningrum *et al.*, 2005).

Perbedaan jenis tepung kacang-kacangan yang dikompositkan dengan tepung mocaf berpengaruh signifikan terhadap nilai a^* dan b^* tepung komposit. Nilai a^* sampel perlakuan berada pada kisaran 1,11-1,70. Sementara itu, nilai b^* pada sampel tepung komposit meningkat seiring dengan penambahan tepung

Tabel 3. Pengaruh jenis tepung kacang-kacangan terhadap sifat fungsional tepung komposit

Sifat Fungsional	Sampel Perlakuan			
	A0	A1	A2	A3
<i>Swelling power</i> (g/g)	18,05 ^c	10,87 ^a	14,33 ^b	11,44 ^a
Kelarutan (%)	11,08 ^a	26,35 ^c	15,10 ^b	13,28 ^{ab}
Kapasitas penyerapan air (%)	282,59 ^{bc}	272,57 ^b	252,39 ^a	290,62 ^c
Kapasitas penyerapan minyak (%)	335,10 ^b	221,46 ^a	213,02 ^a	220,01 ^a
Aktivitas emulsi (%)	ND	13,74	7,22	14,08
Stabilitas emulsi (%)	ND	9,68	7,22	13,87
Kapasitas <i>foam</i> (%)	26,67 ^a	65,00 ^b	80,00 ^{bc}	86,67 ^c
Stabilitas <i>foam</i> (%)	6,67 ^a	47,78 ^b	71,67 ^c	78,33 ^c
Densitas kamba (g/mL)	0,53 ^b	0,50 ^a	0,63 ^d	0,59 ^c

Keterangan : - A0 = kontrol (100% tepung mocaf), A1 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kedelai (40%), A2 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang hijau (40%), A3 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang merah (40%)

- Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%

kacang-kacangan. Sampel A1 memiliki nilai b^* tertinggi yaitu 11,66 kemungkinan disebabkan karena pada kacang-kacangan mengandung zat warna karoten sehingga akan memberikan warna kuning pada tepung yang dihasilkan. Fordham *et al.* (1975) menyatakan kandungan karoten pada kedelai (16,34 mcg/100 g) lebih tinggi jika dibandingkan kacang hijau (4,05 mcg/100 g) dan kacang merah (3,04 mcg/100g).

Sifat Fungsional

Sifat fungsional tepung komposit perlu diketahui karena berpengaruh terhadap tekstur produk akhir yang dihasilkan. Sifat fungsional dari tepung mocaf dan tepung komposit (mocaf-kedelai, mocaf-kacang hijau dan mocaf-kacang merah) dapat dilihat pada Tabel 3. *Swelling power* adalah kapasitas hidrasi sampel tepung atau pati yang penentuannya berdasarkan ukuran berat pati yang membesar dan air yang terperangkap dalam granula pati tersebut. Nilai *swelling power* dari sampel berkisar antara 10,87-18,05 g/g, sedangkan nilai *swelling power* tertinggi adalah kontrol atau tepung mocaf. Penggunaan tepung kacang-kacangan pada tepung komposit mocaf berpengaruh nyata terhadap nilai *swelling power*. Kemampuan granula pati untuk membesar dipengaruhi oleh

kandungan amilosa dalam suatu bahan (Singh *et al.*, 2004). Semakin tinggi nilai amilosa maka nilai *swelling power* juga akan meningkat. Hal ini dikarenakan amilosa memiliki gugus hidrofilik yang mampu mengikat air. Nilai *swelling power* juga dipengaruhi oleh suhu, ketersediaan air, jenis pati, tingkat kerusakan pati karena proses termal dan mekanis, serta kandungan karbohidrat lainnya seperti pektin, hemiselulosa dan selulosa serta protein (Milan-Carrillo *et al.*, 2000).

Kelarutan dari sampel berkisar antara 11,08%-26,35% dengan nilai kelarutan tertinggi adalah sampel A1 (komposit mocaf-kedelai). Jenis kacang-kacangan yang ditambahkan menunjukkan penurunan kelarutan yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol, kecuali sampel dengan penambahan tepung kacang merah. Kelarutan pada tepung komposit erat kaitannya dengan kandungan amilosa. Kandungan amilosa pada suatu bahan akan berbanding terbalik dengan kelarutan.

Data pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa kandungan amilosa tepung mocaf adalah yang tertinggi yaitu 34,44% dan kelarutan terendah yaitu 11,08%. Sementara sampel tepung komposit mocaf-kedelai memiliki kandungan amilosa terendah yaitu 18,3% dengan kelarutan tertinggi yaitu 26,35%. Hal ini disebabkan kandungan amilosa

yang tinggi akan berikatan dengan lemak dan protein sehingga membentuk kompleks yang menyebabkan penurunan *amylose leaching* dan mengurangi kelarutan (Asaam *et al.*, 2018). Tepung yang digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan produk *bakery* diharapkan tidak memiliki kelarutan yang tinggi karena akan menyebabkan adonan basah dan kurang kohesif ketika dipanggang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan tepung campuran dengan kacang hijau dan kacang merah lebih memudahkan proses pembuatan biskuit MP-ASI.

Kapasitas penyerapan air dan kapasitas penyerapan minyak didefinisikan sebagai jumlah air atau minyak yang diserap per g tepung. Kapasitas penyerapan air tepung berperan penting dalam penyiapan bahan masakan (*food preparation*) karena pengaruhnya terhadap sifat fungsional dan sensorik lainnya (Dossou *et al.*, 2014). Nilai kapasitas penyerapan air tepung komposit tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan A0 (kontrol), kecuali sampel tepung komposit A2 (mocaf-kacang hijau). Hal ini disebabkan karena kandungan serat pangan tepung komposit A1 (mocaf-kedelai) dan A3 (mocaf-kacang merah) lebih besar daripada tepung komposit A2 (mocaf-kacang hijau).

Hasil tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai penambahan tepung labu pada tepung campuran dengan tepung jagung (Asaam *et al.*, 2018). Tepung dengan daya serap air tinggi disebabkan adanya konstituen hidrofilik dalam jumlah tinggi seperti pati dan residu asam amino polar yang mempengaruhi kapasitas gelasi dan hidrofilisitas (Kaur & Singh, 2005; Odoemelam, 2003). Serat pangan juga memiliki sifat menyerap air sehingga berpengaruh terhadap kapasitas penyerapan air sampel tepung komposit (Pla *et al.*, 2006). Tepung komposit dengan kapasitas penyerapan air yang rendah lebih diinginkan untuk produk-produk makanan bayi (Asaam *et al.*, 2018).

Kapasitas penyerapan minyak sampel dengan penambahan tepung

kacang-kacangan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kontrol tetapi tidak berbeda signifikan antar perlakuan jenis tepung kacang-kacangan yang ditambahkan. Penurunan ini disebabkan karena adanya penambahan tepung kacang-kacangan sebagai sumber protein yang menyediakan asam amino hidrofobik. Komponen utama yang mempengaruhi penyerapan minyak adalah asam amino hidrofobik (Tharise *et al.*, 2014).

Tepung komposit dengan penambahan ketiga jenis tepung kacang-kacangan tidak berbeda signifikan, disebabkan oleh komposisi asam amino hidrofobik pada ketiga jenis kacang yang hampir sama. Brishti *et al.* (2017) menyatakan bahwa isolat protein kacang hijau dan kacang kedelai memiliki komposisi asam amino hidrofobik yang hampir sama sehingga memiliki kapasitas penyerapan minyak yang hampir sama pula. Asam amino hidrofobik tersebut meliputi alanin, glisin, leusin, valin, isoleusin, fenilalanin, proline, sistein dan metionin. Kapasitas penyerapan minyak juga dipengaruhi oleh jenis, jumlah, struktur, polaritas permukaan atau hidrofobisitas protein kacang-kacangan (Marquezi *et al.*, 2017; Kaushal *et al.*, 2012).

Aktivitas emulsi merupakan suatu kemampuan yang dimiliki oleh tepung untuk membantu proses pembentukan emulsi, yaitu kemampuan protein untuk menyerap area antarmuka minyak dan air dalam suatu emulsi (Yellavila *et al.*, 2015). Jenis tepung kacang-kacangan yang digunakan pada penelitian ini berpengaruh nyata terhadap kapasitas emulsi tepung komposit. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa penggunaan tepung kacang kedelai memberikan kemampuan emulsi yang lebih baik dibandingkan tepung kacang hijau dan kacang merah.

Perbedaan kapasitas emulsi dipengaruhi oleh komposisi protein total (protein larut dan tidak larut) serta komponen lain (seperti karbohidrat) yang dapat berkontribusi secara substansial pada sifat emulsifikasi dari tepung komposit (Dossou *et al.*, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Ali *et al.* (2012)

menyebutkan bahwa penambahan tepung kedelai sebesar 15% dapat meningkatkan aktivitas emulsi dari 11,79% menjadi 45,84%. Sifat pengemulsi berperan penting dalam berbagai *food system* termasuk adonan, *salad dressing*, makanan bayi, es krim dan *coffee whiteners*. Stabilitas emulsi meningkat seiring dengan penambahan tepung kacang-kacangan. Hal ini disebabkan karena tepung kacang-kacangan memiliki kandungan protein yang dapat berperan dalam menstabilkan emulsi.

Kapasitas *foam* atau busa tergantung pada film antar muka yang dibentuk oleh protein. Film tersebut mempertahankan gelembung udara dalam suspensi dan memperlambat laju koalesensi, yaitu proses dimana masing-masing partikel emulsi bergabung untuk membentuk partikel besar. Kemampuan untuk berbasa tergantung pada protein dan beberapa komponen lainnya, seperti karbohidrat yang ada dalam tepung (Dossou *et al.*, 2014; Ojeh *et al.*, 2017).

Kapasitas *foam* mengalami peningkatan dengan adanya penambahan tepung kacang-kacangan. Jenis tepung kacang-kacangan memberikan efek yang berbeda terhadap kapasitas *foam* tepung komposit. Hal ini terjadi karena perbedaan kadar protein dari kacang-kacangan yang digunakan. Secara statistik penambahan tepung kacang-kacangan berpengaruh signifikan terhadap kapasitas *foam* tepung komposit. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penambahan tepung kedelai dapat meningkatkan kapasitas *foam* tepung *pearl millet* dari 24% menjadi 66,9% (Ali *et al.*, 2012). Tepung komposit dengan kapasitas *foam* yang tinggi cocok untuk diaplikasikan pada produk es krim, kue atau *topping* dan produk *confectionery* (Kaushal *et al.*, 2012).

Stabilitas *foam* adalah kemampuan *foam* untuk stabil dalam kurun waktu tertentu dan merupakan parameter penting karena berkaitan dengan fungsinya sebagai *foaming agent* yang tergantung pada seberapa lama kemampuan untuk mempertahankan *foam* itu sendiri.

Stabilitas *foam* erat kaitannya dengan denaturasi protein (Ali *et al.*, 2012). Stabilitas *foam* pada tepung komposit berbeda signifikan dengan tepung kontrol, tetapi antara perlakuan penambahan tepung kacang hijau dan kacang merah tidak berbeda nyata. Tepung komposit dengan penambahan tepung kacang merah memiliki stabilitas *foam* tertinggi yaitu 78,33%. Stabilitas *foam* dengan penambahan 15% tepung kedelai dapat dipertahankan sebesar 63,78% pada tepung komposit *pearl millet* (Ali *et al.*, 2012). Tepung komposit dengan stabilitas *foam* yang tinggi dapat diaplikasikan pada produk *bakery* dan *confectionery* (Kaushal *et al.*, 2012).

Densitas kamba adalah perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya. Nilai densitas kamba bergantung pada ukuran partikel suatu sampel dan merupakan parameter penting untuk menentukan persyaratan pengemasan, penanganan material dan aplikasinya dalam industri makanan (Bolarinwa *et al.*, 2015). Nilai densitas kamba yang tinggi mengindikasikan bahwa produk memiliki kepadatan yang tinggi pula. Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai densitas kamba sampel A2 (komposit mocaf-tepung kacang hijau) adalah yang tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu 0,63 g/mL. Penambahan tepung kacang-kacangan berpengaruh signifikan terhadap densitas kamba tepung komposit. Densitas kamba yang tinggi lebih diinginkan untuk kemudahan dispersibilitas tepung yang lebih besar. Densitas kamba yang tinggi pada produk makanan bayi cenderung diharapkan karena lebih ringkas dan menempati lebih sedikit ruang di saluran pencernaan bayi sehingga nutrisi yang diperoleh lebih banyak (Yustiyani & Setiawan, 2013).

Profil Gelatinisasi

Profil gelatinisasi tepung mocaf dan tepung komposit (mocaf-kedelai, mocaf-kacang hijau dan mocaf-kacang merah) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh jenis tepung kacang-kacangan terhadap profil gelatinisasi tepung komposit

Profil Gelatinisasi	Sampel Perlakuan			
	A0	A1	A2	A3
Viskositas puncak (cP)	4945,33 ^c	692,67 ^a	3598,67 ^b	3568,33 ^b
Viskositas <i>breakdown</i> (cP)	1307,83 ^b	163,67 ^a	1109,67 ^b	1024,00 ^b
Viskositas akhir (cP)	4395,50 ^c	818,00 ^a	3061,33 ^b	3003,33 ^b
Viskositas <i>setback</i> (cP)	758,00 ^d	289,00 ^a	572,33 ^c	459,00 ^b
Suhu gelatinisasi (°C)	72,33 ^a	73,33 ^b	72,82 ^{ab}	73,30 ^b

Keterangan : - A0 = kontrol (100% tepung mocaf), A1 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kedelai (40%), A2 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang hijau (40%), A3 = komposit tepung mocaf (60%) dan tepung kacang merah (40%)
 - Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%

Viskositas puncak merupakan nilai maksimum viskositas pasta yang dihasilkan selama proses pemanasan, dimana granula pati yang mengembang mulai pecah dan diikuti dengan penurunan viskositas. Penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah pada perlakuan secara signifikan berpengaruh terhadap viskositas puncak jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Viskositas puncak cenderung mengalami penurunan ketika tepung mocaf dikompositkan dengan tepung kacang-kacangan. Hal ini disebabkan karena kadar amilosa tepung komposit lebih rendah daripada kontrol. Tepung kacang-kacangan memiliki kadar amilosa yang rendah terutama kacang kedelai karena lebih banyak mengandung protein dan lemak.

Viskositas puncak dipengaruhi oleh kadar amilosa dan daya serap air dari suatu bahan. Kadar amilosa yang tinggi berkorelasi positif terhadap viskositas puncak. Tethool *et al.* (2012) menyatakan bahwa granula pati akan mengembang selama proses gelatinisasi dan amilosa yang terlarut akan berkontribusi dalam meningkatkan viskositas pasta. Selain amilosa dan daya serap air, viskositas pati juga dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein. Interaksi antara lemak dan protein dengan pati menurunkan viskositas tepung komposit (Dautant *et al.*, 2007).

Kaushal *et al.* (2012) menyatakan bahwa kandungan protein yang tinggi

dalam tepung menyebabkan adanya kompleks antara pati dan protein yang membatasi akses pati terhadap air dan membatasi terjadinya pembesaran yang berakibat pada menurunnya viskositas dan kekuatan gel. Sementara itu, mekanisme penghambatan lemak dalam menghambat proses gelatinisasi adalah dengan membentuk kompleks dengan amilosa dan menghambat keluarnya amilosa dari granula pati. Selanjutnya, kompleks lemak dan amilosa akan membentuk lapisan yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat pengikatan air. Hal inilah yang menyebabkan viskositas bahan yang memiliki kandungan lemak tinggi memiliki viskositas yang rendah akibat jumlah air yang diserap oleh granula pati berkurang (Richana & Sunarti, 2004). Hasil yang sama ditunjukkan oleh penelitian Bolarinwa *et al.* (2015), dimana penambahan tepung kedelai menurunkan viskositas puncak tepung komposit berbasis sorgum dari 126 RVU menjadi 63 RVU.

Viskositas *breakdown* menunjukkan kestabilan viskositas terhadap pemanasan. Semakin tinggi nilai viskositas *breakdown*, maka semakin tidak stabil terhadap pemanasan dan pengadukan (Adebawale *et al.*, 2005). Viskositas *breakdown* dari sampel juga mengalami pola yang sama dengan penambahan tepung kacang-kacangan, yaitu cenderung mengalami penurunan tetapi tidak signifikan jika

dibandingkan dengan kontrol (kecuali sampel tepung komposit mocaf-kedelai). Penurunan nilai viskositas *breakdown* ini serupa dengan penurunan viskositas *breakdown* pada tepung komposit tepung ubi jalar, pati jagung, tepung kedelai dan *xanthan gum* (Julianti *et al.*, 2017).

Penurunan tersebut disebabkan oleh terbatasnya *swelling* pada granula pati karena sifat hidrofilik pada serat yang cenderung mengikat air sehingga air untuk granula pati menjadi berkurang (Julianti *et al.*, 2017). Penurunan ini seiring dengan peningkatan kandungan serat pangan (Tabel 2) dan menurunnya *swelling power* (Tabel 3) pada tepung komposit dengan penambahan tepung kedelai dan tepung kacang merah.

Viskositas akhir mengindikasikan re-asosiasi granula pati khususnya amilosa selama pendinginan setelah proses gelatinisasi dan pembentukan struktur gel (Ortega-ojeda *et al.*, 2004). Viskositas akhir menurun dengan adanya penambahan tepung kacang-kacangan pada komposisi tepung komposit. Penurunan viskositas akhir dengan penambahan tepung kacang kedelai menunjukkan nilai yang terendah karena tepung kacang kedelai memiliki kandungan lemak tertinggi. Dautant *et al.* (2007) menyatakan adanya lemak pada kacang kedelai menurunkan viskositas pada tepung komposit dari tepung singkong, kentang, kacang kedelai dan *xanthan gum*. Kompleks lemak dan amilosa akan membentuk lapisan yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat pengikatan air sehingga menurunkan viskositas akhir.

Nilai kenaikan viskositas ketika pasta pati didinginkan disebut viskositas *setback*. Kenaikan viskositas yang terjadi disebabkan oleh retrogradasi pati, yaitu bergabungnya rantai molekul amilosa yang berdekatan melalui ikatan hidrogen intermolekuler. Penambahan tepung kacang-kacangan berpengaruh nyata terhadap viskositas *setback* pada sampel tepung komposit. Jenis tepung kacang-kacangan yang berbeda dapat menurunkan nilai viskositas *setback*. Sampel dengan penambahan tepung kedelai menurunkan nilai viskositas sebesar 61,87%, sedangkan

tepung kacang hijau menurunkan nilai viskositas *setback* sebesar 24,49%. Penurunan nilai viskositas *setback* menunjukkan kecenderungan retrogradasi yang rendah (Kaushal *et al.*, 2012).

Tepung komposit yang diberi penambahan tepung kacang hijau (572,33 Cp) menunjukkan nilai viskositas *setback* tertinggi dibandingkan dengan tepung komposit dengan penambahan tepung kacang kedelai (289,00 Cp) dan tepung kacang merah (459,00 Cp). Hal ini dikarenakan tepung kacang hijau memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi (26,79%) dibandingkan tepung kedelai (18,30%) dan tepung kacang merah (25,50%), sehingga lebih banyak rantai amilosa yang bergabung akibat adanya ikatan hidrogen intermolekuler. Munhoz *et al.* (2004) melaporkan bahwa rantai amilosa mudah mengalami rekonstruksi membentuk struktur yang kaku melalui penyusunan rantai amilosa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tren yang sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Abioye *et al.* (2011) dan Bolarinwa *et al.* (2015). Penambahan tepung kedelai pada tepung komposit berbasis pisang dapat menurunkan viskositas *setback* dari 156,33 RVU menjadi 35,33 RVU (Abioye *et al.*, 2011). Sementara Bolarinwa *et al.* (2015) menyebutkan bahwa penambahan tepung kedelai pada komposit berbasis sorgum menurunkan nilai viskositas *setback* dari 44,50 RVU menjadi 22,50 RVU.

Suhu gelatinisasi merupakan suhu ketika granula pati pecah sehingga komponen pati keluar dan larut pada media air yang ditandai dengan tercapainya viskositas puncak (Tethool & Dewi, 2018). Perbedaan jenis tepung kacang-kacangan berpengaruh nyata terhadap peningkatan suhu gelatinisasi tepung komposit, kecuali sampel tepung komposit mocaf-kacang hijau. Peningkatan suhu gelatinisasi tepung komposit pada penambahan tepung kacang kedelai diikuti pada penambahan tepung kacang merah dapat disebabkan oleh tingginya kandungan protein, lemak, dan serat (Dautant *et al.*, 2007; Julianti *et al.*, 2017).

Kompleks lemak dan protein serta penyerapan air oleh serat mengakibatkan energi yang dibutuhkan untuk menggelatinisasi pati menjadi tinggi, sehingga suhu gelatinisasi meningkat. Suhu gelatinisasi yang tinggi pada tepung komposit dengan penambahan tepung kacang kedelai dan tepung kacang merah mengindikasikan adanya pati yang tahan terhadap pembengkakan yang ditandai dengan *swelling power* yang lebih rendah dibandingkan tepung komposit dengan penambahan kacang hijau (Kaushal *et al.*, 2012). Hasil pada penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu penambahan tepung kedelai pada tepung komposit berbasis pisang meningkatkan suhu gelatinisasi dari 89,2 °C menjadi 92,4 °C (Abioye *et al.*, 2011) dan penambahan tepung kedelai pada tepung komposit beras, ubi jalar dan kentang meningkatkan suhu gelatinisasi dari 73,12 °C menjadi 74,22 °C (Julianti *et al.*, 2017).

4. KESIMPULAN

Penambahan tepung kedelai, kacang hijau dan kacang merah secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar abu, protein, lemak, kelarutan, aktivitas dan stabilitas emulsi, kapasitas dan stabilitas *foam* dan suhu gelatinisasi jika dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, penambahan jenis tepung kacang-kacangan juga berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar pati, amilosa, *swelling power*, kapasitas penyerapan minyak serta profil gelatinisasi (viskositas puncak, *breakdown*, akhir dan *setback*) jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Tepung komposit mocaf-kacang hijau adalah yang direkomendasikan sebagai bahan baku pembuatan biskuit MP-ASI. Hal ini mengacu pada SNI biskuit MP-ASI yang mensyaratkan kandungan protein minimal 6%, lemak maksimal 18% dan serat pangan maksimal 5%. Selain pertimbangan kandungan kimia, dari segi sifat fungsional juga komposit mocaf-kacang hijau memiliki kelarutan yang rendah dan densitas kamba yang tinggi sehingga lebih sesuai untuk bahan baku biskuit MP-ASI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia melalui program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (INSINAS) 2018. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia atas penyediaan fasilitas penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abioye, V. F., Babarinde, G. O., & Adesigbin, M. K. (2011). Chemical, physico-chemical and sensory properties of soy-plum flour. *African Journal of Food Science*, 5(4), 176–180.
- Adebowale, Y. A., Adeyemi, I. A., & Oshodi, A. A. (2005). Functional and physicochemical properties of flours of six *Mucuna* species. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1461–1468.
- Affah, N. & Ratnawati, L. (2017). Quality assessment of dry noodles made from blend of mocaf flour, rice flour and corn flour. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: ICONPROBIOS 2017* (pp. 1–9). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/>
- Alamu, E. O., Therese, G., Mdziniso, P., & Bussie, M. (2017). Assessment of nutritional characteristics of products developed using soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) pipeline and improved varieties. *Cogent Food & Agriculture*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1398042>
- Ali, M. A. M., Tinay, A. H. El, Elkhaila, A. E. O., Mallasy, L. O., & Babiker, E. E. (2012). Effect of different supplementation levels of soybean flour on pearl millet functional properties. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 1–6.
- Asaam, E. S., Adubofuor, J., Amoah, I., Apeku, O. D., & Yildiz, F. (2018). Functional and pasting properties of yellow maize – soya bean – pumpkin composite flours and acceptability study on their breakfast cereals. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1>

501932

- AOAC. (2007). Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemistry. Benyamin Franklin Station. Washington D.C
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., Sedarnawati, B. S., & Budiyo, S. (1989). Analisis pangan. Bogor. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
- Audu, S., & Aremu, M. (2011). Effect of processing on chemical composition of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(11), 1069–1075.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Produksi ubi kayu menurut provinsi 2014-2018*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Produksi kacang hijau menurut provinsi 2014-2018*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Produksi kedelai menurut provinsi 2014-2018*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Produksi kacang merah menurut provinsi 2014-2018*. Jakarta.
- Bolarinwa, I., Olaniyan, S., Adebayo, L., & Ademola, A. (2015). Malted sorghum-soy composite flour: preparation, chemical and physico-chemical properties. *Journal of Food Processing and Technology*, 6(8), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000467>
- Brishti, F. H., Zarei, M., & Shukri, R. (2017). Evaluation of the functional properties of mung bean protein isolate for development of textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 24(4), 1595–1605.
- BSN. (1992). Cara uji makanan dan minuman. SNI 01-2891-1992. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2005). Makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI)-Bagian 2 : Biskuit No 01-07111.2-2005. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2011). Tapioka. SNI 3451-2011. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Butt, M. S., & Batool, R. (2010). Nutritional and functional properties of some promising legumes protein isolates. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(4), 373–379.
- Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal Food Science Technology*, 52(6), 3681–3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>
- Dahiya, P., Linnemann, A., Van Boekel, M. A. J., Khetarpaul, N., Grewal, R. B., & Nout, M. J. (2015). Mung Bean: Technological and nutritional potential mung bean: Technological and nutritional potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(5), 670–688. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>
- Dautant, F. J., Simancas, K., Sandoval, A. J., & Mu, A. J. (2007). Effect of temperature, moisture and lipid content on the rheological properties of rice flour. *Journal of Food Engineering*, 78, 1159–1166. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.028>
- Dossou, V. M., Agbenorhevi, J. K., Alemawor, F., & Oduro, I. (2014). Physicochemical and functional properties of full fat and defatted Ackee (*Blighia sapida*) Aril flours. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(6), 187–191. <https://doi.org/10.12691/ajfst-2-6-3>
- Fordham, J.R., Wells, C.E. & Chen, L.H. (1975). Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. *Journal of Food Science*-Volume 40 (1975)
- Hardianti, Ansharullah, & Rejeki, S. (2018). Pengaruh substitusi tepung wortel (*Daucus carota* Linn) dan tepung kedelai (*Glycine max*) terhadap nilai gizi biskuit sebagai MPASI bagi bayi. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 3(4), 1521–1530.
- Jahreis, G., Brese, M., Leiterer, M., Schäfer, U., & Böhm, V. (2016). Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber. *Ernaehrungs Umschau International*, 63(02), 36–42. <https://doi.org/10.4455/eu.2016.007>
- Julianti, E., Rusmarilin, H., & Yusraini, E. (2017). Functional and rheological properties of composite flour from sweet

- potato, maize, soybean and xanthan gum. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(2), 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.05.005>
- Kantha, S.S., Erdman, J.W. & Simpson, L.K. (1987). Legume carotenoids. C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 26:2, 137-155, DOI: 10.1080/10408398709527464
- Kaur, M., & Singh, N. (2005). Food chemistry studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 91, 403–411. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.015>
- Kaushal, P., Kumar, V., & Sharma, H. K. (2012). Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT - Food Science and Technology*, 48(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.02.028>
- Marquezi, M., Gervin, V. M., Watanabe, L. B., Moresco, R., & Amante, E. R. (2017). Chemical and functional properties of different common Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, 1–9.
- Mcarthur, K. E., Richardson, C. T., & Walsh, J. H. (1988). Soy protein meals stimulate less gastric acid secretion and gastrin release than beef meals. *Gastroenterology*, 95(4), 920–926. [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(88\)90164-3](https://doi.org/10.1016/0016-5085(88)90164-3)
- Milan-Carrillo, J., Reyes-Moreno, C., Armienta-Rodelo, E., Carabez-Trejo, & Mora-Escobedo, R. (2000). Physicochemical and nutritional characteristics of extruded flours from fresh and hardened chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 33(2), 117–123. <https://doi.org/10.1006/fstl.1999.0620>
- Munhoz, M. P., Weber, F. H., & Chang, Y. K. (2004). Influencia de hidrocoloides na texture de gel de amido de milho. *Cienc. Technol. Aliment., Campinas*, 24(3), 403–406.
- Narayana, K., & Narasinga, M. S. (1982). Functional properties of raw and heat processed winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) flour. *Journal of Food Science*, 47, 1534–1538.
- Odoemelam, S. A. (2003). Chemical composition and functional properties of conophor nut (*Tetracarpidium conophorum*) flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 729–734.
- Ojieh, G., Oluba, O., Ogunlowo, Y., Adebisi, K., Eidangbe, G., & Orole, R. (2017). Compositional studies of *Citrullus lanatus* (Egusi melon). *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*, 6(1), 1–5.
- Oluwamukomi, M., & Oluwalana, I. B. (2011). Physicochemical and sensory properties of wheat- cassava composite biscuit enriched with soy flour. *African Journal of Food Science*, 5(2), 50–56.
- Ortega-ojeda, F. E., Larsson, H., & Eliasson, A. (2004). Gel formation in mixtures of high amylopectin potato starch and potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 56, 505–514. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.03.021>
- Pangastuti, H. A., Affandi, D. R., & Ishartani, D. (2013). Karakterisasi sifat fisik tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan beberapa perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), 20–29.
- Pathare, P. B., & Opara, U. L. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(September 2015), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Pla, M. D. E., Delbon, M., Rojas, A. M., & Gerschenson, L. N. (2006). Effect of immersion and turgor pressure change on mechanical properties of pumpkin (*Cucumis moschata*, Duch.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2628–2637. <https://doi.org/10.1002/jsfa>
- Prabawati, S., Richana, N., & Suismono. (2011). Inovasi Pengolahan singkong meningkatkan pendapatan dan diversifikasi pangan. *AGRO INOVASI*,

- (3404), 1–5.
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi, & Rakshit, S. (2014). Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal*, 21(5), 2031–2038.
- Ratnawati, L., & Afifah, N. (2017). Physicochemical properties of flakes made from three varieties of banana. In *Proceedings of the 3rd International Symposium on Applied Chemistry 2017* (Vol. 020029, pp. 1–8). <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.5011886>
- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Surahman, D. N., & Kumalasari, R. (2019). Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 251 012026* (pp. 1–10). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012026>
- Richana, N., & Sunarti, T. C. (2004). Karakterisasi sifat fisikokimia tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa dan gembili. *Jurnal Pascapanen*, 1(1), 29–37.
- Singh, N., Sandhu, K. S., & Kaur, M. (2004). Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 63, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.003>
- Tethool, E. F., & Dewi, A. M. P. (2018). Pengaruh rasio tepung ubi jalar dan pati sagu terhadap sifat fisikokimia tepung komposit dan karakteristik fisik roti yang dihasilkan. In *Prosiding SNST ke-9 Tahun 2018 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim* (pp. 42–47). Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.
- Tethool, E. F., Jading, A., & Santoso, B. (2012). Pengaruh konsentrasi hydrogen peroksida dan irradiasi ultraviolet terhadap sifat fisikokimia dan baking expansion pati sagu. In *Prosiding InSINAS 2012* (pp. 331–335).
- Tharise, N., Julianti, E., & Nurminah, M. (2014). Evaluation of physico-chemical and functional properties of composite flour from cassava, rice, potato, soybean and xanthan gum as alternative of wheat flour. *International Food Research Journal*, 21(4), 1641–1649.
- Widaningrum, Widowati, S., & Soekarto, S. T. (2005). Pengayaan tepung kedelai pada pembuatan mie basah dengan bahan baku tepung terigu yang distubstitusi tepung garut. *Jurnal Pascapanen*, 2(1), 41–48.
- Yellavila, S. B., Agbenorhevi, J. K., Asibuo, J. Y., & Sampson, G. O. (2015). Proximate composition, minerals content and functional properties of five lima bean accessions. *Journal of Food Security*, 3(3), 69–74. <https://doi.org/10.12691/jfs-3-3-1>
- Yustiyani, & Setiawan, B. (2013). Formulasi bubur instan menggunakan komposit tepung kacang merah dan pati ganyong sebagai makanan sapihan. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 8(2), 95–102.