

Perubahan Karakteristik Fisik Model Minuman Biji Chia Akibat Proses Pemanasan, Perubahan pH, Penambahan Gula dan Garam

Physical Characteristics of Chia Seed Based Beverage Model as the Effects of Heating Process, pH Changes, Sugar and Salt Addition

Feri Kusnandar^{1)*}, Asep Safari^{1,2)}, Elvira Syamsir¹⁾

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

²⁾Program Studi Magister Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Abstract. *Chia seed is rich in protein, lipid, and carbohydrates as well as bioactive compounds such as phenol. The outer layer of chia seed is made of insoluble polysaccharide (mucilage) which is able to absorb water. For this reason, chia seed is potentially used as a functional ingredient in beverages. This study aimed to evaluate the changes of physical characteristics of chia seeds in beverage models (water absorption capacity or WAC and capsule thickness of chia seeds, and viscosity of beverage model) as the effect of heating temperatures (70, 90°C) and heating times (1, 2 hours), pH changes (3, 5, 7), the addition of sugar (0, 15%) and salts (1% KCl and 1% CaCl₂) at 3% and 5% chia seeds. The results showed that the pH of the beverage models affected the WAC, viscosity and capsule thickness. The higher the pH, the greater the WAC, viscosity, and capsule thickness. Sugar concentration and heating time did not affect the physical characteristics of chia seeds, whereas the heating temperature only showed a significant effect at pH 3. Addition of CaCl₂ 1% caused the increase of WAC for approximately twice compared to that of KCl 1%.*

Keywords: *beverage model, chia seed, mucilage, water absorption capacity, viscosity*

Abstrak. Biji chia merupakan biji kecil yang mengandung protein, lemak, dan karbohidrat yang cukup tinggi, serta senyawa fenolik dan serat pangan yang tinggi. Permukaan biji chia mengandung lapisan polisakarida (gum) yang dapat menyerap air. Atas alasan tersebut, biji chia berpotensi untuk diaplikasikan sebagai ingredien fungsional dalam produk minuman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik fisik biji chia (daya serap air (DSA) dan ketebalan kapsul biji chia, serta viskositas larutan model minuman) yang ditambahkan ke dalam model minuman akibat perlakuan suhu pemanasan (70, 90°C), waktu pemanasan (1, 2 jam), pengaturan pH (3, 5, 7), penambahan gula, (0, 15%) dan garam (KCl 1% dan CaCl₂ 1%) pada konsentrasi 3% dan 5% biji chia. Nilai pH larutan memengaruhi DSA, viskositas dan tebal kapsul biji chia. Semakin tinggi pH menyebabkan DSA, viskositas dan ketebalan biji chia yang semakin besar. Konsentrasi gula dan waktu pemanasan tidak memengaruhi karakteristik fisik biji chia, sedangkan suhu pemanasan hanya berpengaruh nyata pada pH 3. Penambahan larutan CaCl₂ 1% menurunkan hampir dua kali DSA dibandingkan larutan KCl 1%.

Kata Kunci: biji chia, daya serap air, gum, model minuman, viskositas

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik fisik biji chia dan perubahan yang terjadi, baik dari biji chianya sendiri maupun larutan dari model minuman. Informasi ini dapat digunakan sebagai rujukan bagi industri pangan yang ingin mengembangkan biji chia di dalam produk minuman.

PENDAHULUAN

Biji chia (*chia seed*) merupakan hasil dari tanaman chia (*Salvia hispanica* L.) yang termasuk dalam tumbuhan berbunga (famili *lamiaceae*). Tanaman ini berasal dari Amerika Tengah, khususnya Meksiko dan Guatemala. Biji chia berbentuk kecil, oval, datar, halus, mengkilap, dan berwarna coklat, abu-abu, putih dan gelap. Ukuran panjangnya antara 2.0–2.5 mm, lebar 1.2–1.5 mm dan ketebalan 0.8–1.0 mm (Hernandez 2012; Prathyusha *et al.* 2019). Rentang warnanya mulai dari coklat gelap, hitam, dan kadang-kadang abu-abu atau putih, tergantung

varietasnya. Biji chia putih lebih besar dalam hal berat, lebar dan tebalnya dibandingkan biji chia yang lainnya. Biji chia memiliki bentuk yang mirip dengan biji selasih (*Ocimum sanctum* Lim), namun memiliki ukuran yang lebih kecil (Nurcahyanti *et al.* 2011).

Lapisan luar biji chia mengandung gum yang merupakan polisakarida yang disusun oleh β -D-xylopyranosyl, α -D-glucopyranosyl, dan 4-O-methyl- α -D-glucopyranosyluronic acid dengan perbandingan 2 : 1 : 1. Bobot molekul polisakarida gum ini pada umumnya memiliki bobot 800-2000 kDa (Campos *et al.* 2014). Menurut Safari *et al.* (2016), karakteristik fisik khas dari biji chia adalah

kemampuannya dalam membentuk lapisan gum seperti kapsul yang berasal dari komponen gum tersebut. Lapisan mirip kapsul ini terbentuk setelah biji terhidrasi dengan air. Lapisan kapsul gum ini dapat menahan dan mengabsorpsi air hingga beberapa kali berat dari berat keringnya. Dengan kemampuan menyerap air tersebut, maka biji chia dapat memengaruhi viskositas larutan, dan dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan gel. Menurut Wang dan Cui (2005), larutan gum biji chia menunjukkan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan xanthan gum pada konsentrasi yang sama.

Biji chia mengandung komposisi kimia yang tinggi, yaitu protein (15-25%), lemak (30-33%), karbohidrat (26-41%), serat (18-30%), dan mineral (4-5%) (Ayerza 2013; Campos *et al.* 2014; Kulczyński *et al.* 2019; Grancieri *et al.* 2019; Prathyusha *et al.* 2019). Asam lemak dalam biji chia didominasi oleh asam α -linolenat (omega 3) (Campos *et al.* 2014). Biji chia juga mengandung senyawa fenolik, seperti flavonol dan asam fenolat (myricetin, quercetin, kaempferol, asam kafeat (Ali *et al.* 2012), yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Labanca *et al.* 2019). Biji chia juga mengandung gum sebagai bagian dari serat pangan (Kulczyński *et al.* 2019).

Beberapa penelitian mengenai sifat fungsional biji chia terhadap kesehatan telah dilaporkan. Asam kafeat dan asam klorogenat yang terdapat pada biji chia mampu melindungi sel dari radikal bebas dan menghambat peroksidasi lemak yang kemampuannya lebih kuat dibandingkan vitamin C, asam ferulat dan vitamin E (Kulczyński *et al.* 2019). Biji chia juga dapat menurunkan dan menjaga tingkat kolesterol darah (Cardenas *et al.* 2018), memiliki efek menurunkan berat badan pada penderita obesitas, serta menurunkan resiko penyakit kardiovaskuler, inflamasi, gangguan sistem syaraf pusat, serta diabetes (Jaddu dan Yedida 2018; Prathyusha *et al.* 2019). Biji chia berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai ingredien fungsional dalam pengolahan pangan (Ullah *et al.* 2016; Safari *et al.* 2016; Melo *et al.* 2019; Grancieri *et al.* 2019).

Penggunaan biji chia sebagai sumber pangan diperkenalkan pada tahun 1997 di Eropa (EC 2009), dan dinilai aman untuk dikonsumsi (EFSA 2009). Biji chia mulai banyak diaplikasikan sebagai pengisi dalam produk pangan, seperti produk kukis, *chips*, roti, produk jeli dan emulsi, yogurt, *meat analog* (Safari *et al.* 2016; Roman-kiewicz *et al.* 2017; Ding *et al.* 2018; Ramos *et al.* 2020). Biji chia juga dikembangkan sebagai suplemen kesehatan untuk wanita *post-menopause* (Ali *et al.* 2012).

Biji chia dapat dimanfaatkan sebagai ingredien pangan dalam produk minuman. Pengembangan produk minuman berbasis biji chia memerlukan informasi perubahan fisik yang terjadi, baik terhadap larutan minumannya maupun biji chianya sebagai pengaruh proses pemanasan, perubahan pH, dan keberadaan komponen lain dalam model minuman (seperti gula dan garam). Hal ini karena minuman umumnya mengalami proses pemanasan, memiliki pH yang berbeda dan mengandung ingredien lain yang ditambahkan yang dapat memengaruhi karakteristik dari biji chianya dan fase larutannya (Safari

et al. 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik fisik (daya serap air dan ketebalan kapsul biji chia, dan viskositas larutan model minuman) dari biji chia yang ditambahkan ke dalam model minuman sebagai pengaruh proses pemanasan, perubahan pH, serta penambahan gula dan garam.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Biji chia yang digunakan berasal dari Bolivia, Amerika Selatan (Benexia® Black Seeds, Functional Products Trending S.A., Santiago, Chile). Bahan lainnya yang digunakan adalah gula rafinasi komersial, pengatur pH (HCl dan NaOH 0.1N), garam (KCl dan CaCl₂). Bahan kimia yang digunakan untuk analisis di antaranya pereaksi Anthrone (Merck) untuk analisis total gula. Bahan-bahan lain yang digunakan untuk analisis proksimat adalah analytical grade.

Alat-alat analisis yang digunakan di antaranya adalah shaker waterbath (GFL), viskometer (Brookfield), spektrofotometer UV-VIS (Aligent Technologies), Scanning Electron Microscope (SEM, DJ-SEM60), pHmeter (pH/mV Meter Q15-B200), neraca analitik (ABS 220-4, Kern), termometer, digital caliper, dan kain saring mesh 30.

Karakterisasi kimia dan fisik biji chia

Biji chia dianalisis kimia dan fisik sebelum dilakukan perlakuan proses. Biji chia dihaluskan dahulu sebelum dianalisis. Karakterisasi kimia mencakup analisis proksimat yang terdiri dari kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar abu dan kadar karbohidrat (AOAC 2007). Karakterisasi fisik mencakup pengukuran dimensi, berat, densitas kamba biji chia serta pengamatan fisik biji chia di bawah SEM. Pengamatan dilakukan pada pembesaran 80, 200 dan 1000 kali.

Pembuatan model minuman

Model minuman yang dirancang merupakan minuman yang mengandung beberapa bahan yang ditambahkan sebagai formula dasar, yaitu gula dan garam (monovalen dan bivalen), serta dilakukan pengaturan tingkat keasaman (pH asam atau basa). Dalam pembuatan model minuman ini, biji chia ditambahkan ke dalam formulasi minuman sebagai bahan pengisi. Biji chia dapat berinteraksi dengan komponen di dalam model minuman (gula dan garam), kondisi pH minuman, di samping juga mengalami proses pemanasan. Kondisi ini merupakan simulasi proses minuman secara komersial untuk dapat mengidentifikasi faktor yang memengaruhi perubahan fisik dari biji chia dan larutan modelnya. Percobaan dilakukan dalam tiga tahap untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

Tahap 1: Pengaruh pH, suhu, dan waktu pemanasan

Dalam percobaan ini disimulasi perubahan pH, suhu dan waktu pemanasan dari model minuman yang ditam-

bahkan biji chia sebanyak 1% (w/w). Biji chia dimasukkan ke dalam model minuman yang ditambahkan larutan gula 10% (w/w) dan diatur tingkat keasamannya dengan penambahan larutan HCl 1% atau NaOH 1% (pH=3, 5 dan 7), serta dipanaskan pada suhu dan waktu yang berbeda (70°C dan 90°C selama 1 dan 2 jam). Proses pemanasan yang dilakukan mensimulasi proses pasteurisasi yang banyak dilakukan dalam proses pembuatan minuman dengan sistem *batch pasteurization* di dalam *mixing tank*. Namun, dalam percobaan ini pemanasan dilakukan dengan menggunakan *shaker waterbath*. Sampel model minuman dianalisis daya serap air (DSA) dan ketebalan kapsul biji chia, serta viskositas larutan biji chia.

Tahap 2. Pengaruh penambahan gula dan pH

Dalam percobaan ini disimulasi perubahan konsentrasi gula (0, 5, 10 dan 15% w/w) dalam model minuman yang ditambahkan biji chia sebanyak 1% (w/w) dan pada kondisi pH yang berbeda (pH=3, 5 dan 7). Pemanasan dilakukan pada suhu dan waktu yang dipilih dari penelitian tahap 1. Karakteristik biji chia yang diamati adalah DSA, tebal kapsul biji, dan viskositas larutan biji.

Apabila hasil dari kedua pengaruh perlakuan di atas menunjukkan kecenderungan yang sama pada rentang pH larutan, maka dilakukan analisis total gula untuk melihat pengaruh pH dalam kaitannya dengan kemungkinan terjadinya hidrolisis gum chia pada rentang pH yang dipersempit. Sebanyak 1% (w/w) biji chia dalam larutan dengan pH 3, 4, 5, 6 dan 7 dipanaskan pada suhu dan waktu yang dipilih dari penelitian tahap 1. Biji chia yang sudah menyerap air disaring dan kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 50°C selama 10 jam. Analisis total gula dilakukan pada larutan biji chia dan biji chia yang sudah dikeringkan.

Tahap 3: Pengaruh pH, penambahan garam dan konsentrasi biji chia

Dalam percobaan ini disimulasi minuman model yang mengandung biji chia dengan konsentrasi yang berbeda dan penambahan garam dalam minuman model pada kondisi pH larutan yang berbeda. Sebanyak 1, 3 dan 5% (w/w) biji chia diberikan penambahan larutan garam (KCl 1% dan CaCl₂ 1%) yang larutannya diatur pH-nya (3, 5 dan 7). Pemanasan dilakukan pada suhu dan waktu yang dipilih dari penelitian tahap 1. Berat biji chia yang mengembang, berat sisa air serta DSA biji chia pada rentang pH dan konsentrasi biji dianalisis.

Pengamatan fisik biji chia

Dimensi biji chia (panjang, lebar dan tebal) diukur dengan menggunakan alat digital caliper sebanyak 30 butir. Sebanyak 1000 butir biji chia dipisahkan satu-satu dan ditimbang, sehingga dapat dihitung berat per butirnya. Densitas kamba dihitung dari berat biji chia pada volume 100 mL di dalam gelas ukur sehingga diperoleh berat biji per volume (g/mL). Pengamatan biji chia kering dan biji chia yang sudah membentuk lapisan kapsul yang menyelimuti biji chia (setelah rehidrasi dan ditiriskan)

dilakukan dengan menggunakan SEM pada akselerasi voltase 20 kV.

Analisis daya serap air

Analisis daya serap air (DSA) dilakukan dengan metode Pourjavadi *et al.* (2008) yang dimodifikasi. Biji chia yang mengembang yang menunjukkan telah menyerap air disaring dengan kain saring berukuran mesh 30 dan dibiarkan selama 20 menit. Nilai DSA dihitung dari rasio antara selisih berat biji chia setelah dan sebelum menyerap air dengan berat biji chia sebelum menyerap air.

Pengukuran tebal kapsul

Biji chia saat dimasukkan ke dalam sistem air dapat mengembang dan membentuk lapisan kapsul seperti gum, yaitu lapisan tipis dan transparan yang menyelimuti biji chia. Pengukuran tebal kapsul gum dilakukan dengan metode Kisgeci *et al.* (2011) yang dimodifikasi. Biji chia yang belum dan sudah menyerap air diukur panjangnya dengan menggunakan digital caliper. Biji chia yang diukur sebanyak 30 butir untuk setiap pengulangan perlakuan. Tebal kapsul gum dihitung dari selisih panjang biji dengan lapisan kapsul yang sudah mengembang dan belum mengembang.

Analisis viskositas model minuman

Viskositas model minuman diukur dengan metode Campos *et al.* (2014). Pengukuran dilakukan dengan viskosimeter dengan spindle 27 dan kecepatan 60 rpm pada suhu 25°C. Waktu kesetimbangan pembacaan adalah 30 detik. Viskositas yang dibaca adalah viskositas nyata (*apparent*) dalam satuan *centipoise* (cPs).

Analisis total gula

Total gula dari minuman model dan dari biji chia dianalisis dengan metode Anthrone dengan mengacu pada metode Hedge dan Hofreiter (1962).

Analisis data

Data hasil penelitian diolah dan dianalisis dengan menggunakan program Microsoft Office Excel 2007 dan dianalisis secara statistik dengan menggunakan SPSS *Statistic* 20.0. Uji beda nyata antar perlakuan dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan pada masing-masing tahap penelitian. Hasil pengolahan data disajikan dalam kurva garis yang dilengkapi dengan *error bar* untuk melihat kecenderungan serta signifikansi perbedaan dari setiap pengaruh perlakuan yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia dan sifat fisik

Komposisi kimia dan sifat fisik biji chia disajikan pada Tabel 1. Biji chia mengandung lemak, protein dan karbohidrat yang tinggi. Kandungan lemak dan protein pada biji chia cukup tinggi yang totalnya menyumbang setengah dari kandungan gizi biji. Hal ini mengonfirmasi

laporan sebelumnya (Campos *et al.* 014) bahwa biji chia memiliki kandungan gizi yang baik, terutama kandungan lemak, protein dan karbohidrat. Hal yang hamper sama dilaporkan oleh Coelho dan Mellado (2014).

Sifat fisik (dimensi, berat serta densitas kamba) biji chia disajikan pada Tabel 1. Volume ukuran biji chia tidak lebih dari 2 mm³. Secara umum, sifat fisik biji chia yang digunakan dalam penelitian ini hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Hernandez (2012).

Tabel 1. Hasil analisa proksimat dan pengukuran fisik biji chia

Komponen	Kandungan	Referensi ^{1,2}
Komposisi kimia:		
Air	7.5 ± 0.25 ^b	6.2 ± 0.52 ^a
Abu (%bk)	5.0 ± 0.07 ^b	4.6 ± 0.04 ^a
Lemak (%bk)	32.9 ± 0.12 ^a	34.4 ± 0.35 ^a
Protein (%bk)	20.1 ± 0.37 ^a	19.6 ± 1.72 ^a
Karbohidrat (%bk)	42.0 ± 0.42 ^a	41.4 ± 0.94 ^a
Sifat fisik:		
Panjang (mm)	1.81 ± 0.07 ^a	1.84 ± 0.11 ^a
Lebar (mm)	1.10 ± 0.07 ^a	1.20 ± 0.08 ^a
Tebal (mm)	0.84 ± 0.06 ^a	0.88 ± 0.06 ^b
Densitas kamba (g/ml)	0.73 ± 0.00 ^a	0.72 ± 0.03 ^a
Berat 1000 Butir (g)	1.44 ± 0.00 ^a	1.11 ± 0.00 ^a

Keterangan: ¹Komposisi kimia (Coelho dan Mellado 2014); ²Sifat fisik (Hernandez 2012). Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0.05)

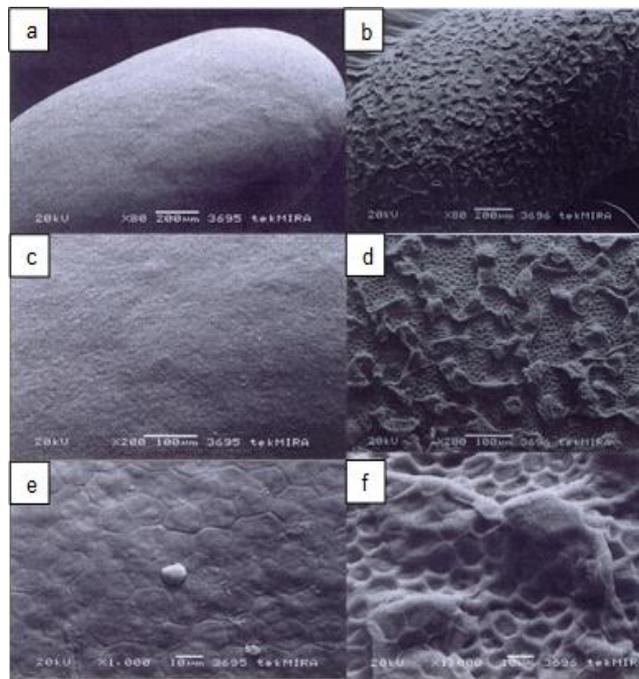
Gambar 1a menunjukkan permukaan biji chia kering yang diamati di bawah SEM (perbesaran 80 kali). Permukaan biji chia menunjukkan adanya filamen gum yang berada di dalam lapisan epidermis testa biji dengan kondisi permukaan biji yang terlihat masih rata. Biji chia membentuk lapisan gel setelah dilakukan penambahan air, yang menunjukkan adanya lapisan kulit yang mengelupas dari tampak depan, dan membentuk filamen yang meregang dari permukaan biji pada tampak samping terlihat (Gambar 1b). Lapisan kulit yang tampak mengelupas pada tampak depan adalah filamen gum biji. Menurut Hernandez (2012), pada saat biji chia terhidrasi, lapisan epidermis biji pecah dan mengeluarkan filamen gum. Filamen gum ini meregang dan menyerap air sampai kondisi filamen mencapai maksimalnya.

Pada perbesaran 200 kali, semua permukaan biji yang terhidrasi memperlihatkan struktur heksagonal dan filamen gum yang tampak lebih jelas (Gambar 1d). Struktur heksagonal tersebut merupakan penampakan dari *columella* pada lapisan epidermis biji (Hernandez 2012). Struktur heksagonal tidak tampak terlihat pada permukaan biji yang kering (Gambar 1c). Struktur heksagonal terlihat pada permukaan biji kering namun masih tertutup oleh lapisan sel luar epidermis pada perbesaran 1000 kali) (Gambar 1e). Stuktur heksagonal tampak lebih jelas lagi dan begitu juga dengan filamen gumnya pada biji yang sudah terhidrasi (Gambar 1f).

Pengaruh pH, suhu dan waktu pemanasan

Pemanasan (70 dan 90°C) selama 1 dan 2 jam dalam larutan gula 10% pada pH yang berbeda (3, 5 dan 7) mem-

berikan rentang nilai DSA sebesar 12.2-24.7g air/g biji chia, tebal kapsul gum 0.4-1.6 mm dan viskositas nyata larutan 2.6-13.0 cps (Gambar 2a-2c). Nilai DSA biji chia tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan gum chia yang diekstraksi dari bijinya (Hernandez 2012), karena gum sudah terlepas dari sel epidermis testa biji dan memiliki luas permukaan yang besar dibandingkan gum yang masih menempel pada sel epidermis testa biji.

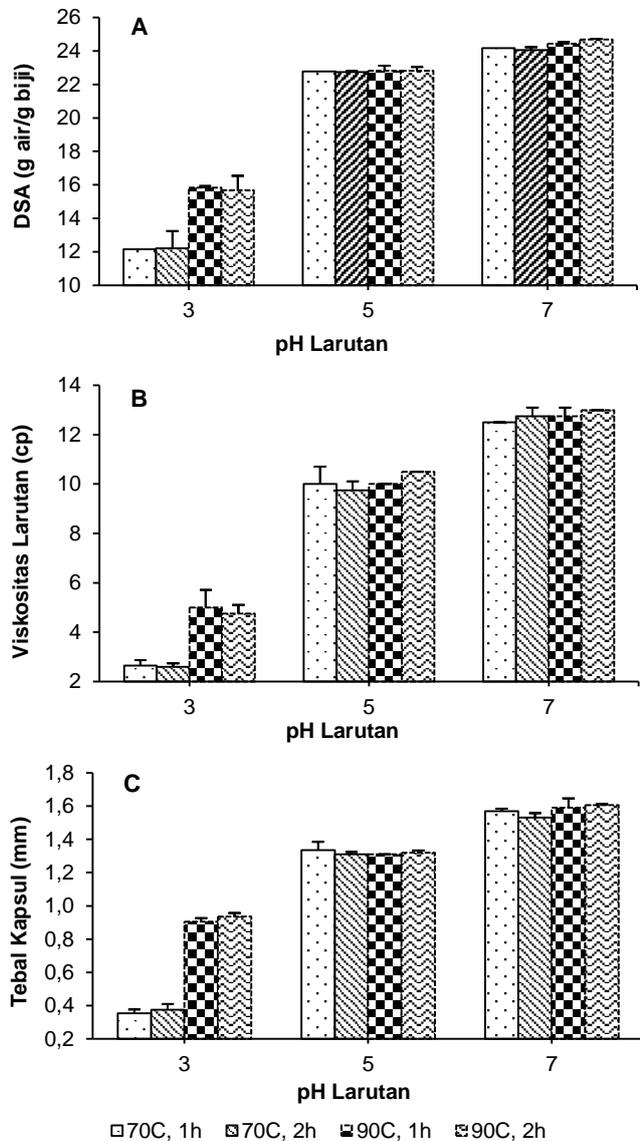


Gambar 1. Biji chia kering dan terhidrasi dengan pengamatan SEM: (a) perbesaran 80x (kering); (b) 80x (rehidrasi); (c) 200x (kering); (d) 200x (rehidrasi); (e) perbesaran 1000x (kering); (f) 1000x (rehidrasi)

Hal ini menjadikan gum hasil ekstraksi lebih banyak menyerap air dibandingkan gum yang masih menempel pada bijinya. Menurut Hernandez (2012), gum yang sudah terpisah ini dapat menyerap 2.7 g air dari 100 mg gum atau 27 kali beratnya sendiri.

Semakin tinggi pH larutan pada suhu 70°C dan 90°C selama 1 dan 2 jam pemanasan, maka DSA semakin besar, kapsul gum semakin tebal dan viskositas larutan semakin meningkat (Gambar 2a-2c). Fenomena penyerapan air oleh biji chia, khususnya filamen gum, diduga karena gum biji chia merupakan polisakarida anionik dengan gugus fungsional berupa hidroksil dan karboksilat (Campos *et al.* 2014). Gugus karboksilat merupakan gugus polar sehingga berperan dalam pembentukan ikatan hidrogen dengan air. Polaritas gugus tersebut disebabkan oleh adanya gugus hidroksil dan gugus karbonil (Grancieri *et al.* 2019). Hal ini didukung juga oleh Kulczyński *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa gum biji chia merupakan serat pangan larut air, yang dapat mengembang dan membentuk gel ketika kontak dengan air serta memberikan larutan yang kental. Peningkatan ketebalan kapsul dan DSA biji chia menyebabkan peningkatan viskositas larutan (Gambar 2b). Hal ini karena dengan semakin tebal

kapsul gum, maka biji semakin berat dan ukurannya semakin besar yang menyebabkan gesekan dalam larutan semakin meningkat akibat kapsul gum yang menahan aliran fluida. Viskositas meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi dan ukuran partikel padatan pada laju geser (*shear rates*) yang berbeda (Campos *et al.* 2014).



Gambar 2. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap karakteristik biji chia dan model minuman pada berbagai pH larutan (konsentrasi gula 10%): (a) DSA; (b) viskositas, dan (c) tebal kapsul biji chia

Gambar 2a-2c menunjukkan bahwa suhu pemanasan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap karakteristik DSA, viskositas larutan dan tebal kapsul pada pH 3, sedangkan pada pH 5 dan pH 7 kedua suhu tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0.05$). Semua nilai karakteristik pada suhu 90°C (pH 3) lebih tinggi dibandingkan pada suhu 70°C. Hal ini diduga karena suhu dapat meningkatkan energi kinetik molekuler. Energi kinetik ini dapat melemahkan ikatan hidrogen intra dan intermolekul sehingga molekul bergerak bebas (gaya brownian). Pergerakan bebas akibat kenaikan energi kinetik ini memberikan

peluang lebih besar terbentuknya ikatan hidrogen antara gugus fungsional gum dengan air. Menurut Grancieri *et al.* (2019), ikatan hidrogen dalam polisakarida terpecah karena adanya kenaikan suhu dalam larutan sehingga gugus hidroksil pada polisakarida berikatan dengan air yang menyebabkan peningkatan kelarutannya dalam air. Pergerakan bebas diduga ditandai dari filamen gum yang semakin meregang dari sel epidermis testa biji. Namun demikian, semua karakteristik tersebut tidak berbeda pada suhu pemanasan 70°C dan 90°C, baik pada pH 5 maupun 7. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu berpengaruh nyata pada pH 3 saja.

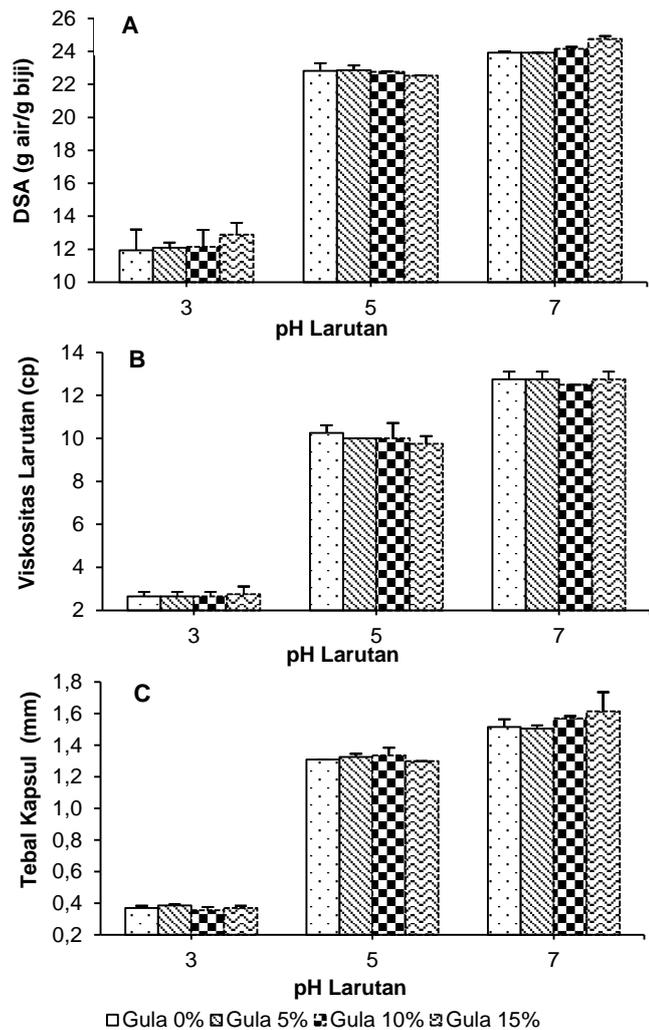
Waktu pemanasan 1 dan 2 jam tidak menunjukkan perbedaan (Gambar 3a-4c) dilihat dari garis yang saling berhimpitan satu sama lain pada ketiga karakteristik yang diamati, kecuali terlihat sedikit memberikan pengaruh pada pH 5 dan pH 7. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa peregangan filamen gum lebih dipengaruhi oleh adanya pH dan kenaikan suhu pemanasan. Pada tahap penelitian selanjutnya, waktu pemanasan yang digunakan adalah 1 jam dengan suhu pemanasan 70°C. Pertimbangan menggunakan suhu 70°C adalah karena pada suhu tersebut semua nilai karakteristiknya paling rendah dibandingkan suhu 90°C sehingga lebih terlihat perubahan atau lonjakan kenaikannya pada pH 3 ke pH 5, sehingga diamati kembali pengaruhnya pada tahap penelitian selanjutnya.

Pengaruh konsentrasi gula

Pada konsentrasi gula 0-15%, nilai DSA biji chia berkisar 11.9-24.8 g air/g, tebal kapsul gum 0.4-1.6 mm dan viskositas larutan 2.7-12.8 cps (Gambar 3a-3c). Penambahan gula pada konsentrasi yang diberikan atau kondisi tanpa penambahan gula menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) terhadap semua karakteristik biji chia di dalam larutan. Hal ini menunjukkan penambahan gula sampai dengan konsentrasi 15% tidak mengubah semua karakteristik biji chia di dalam larutan. Pengaruh ikatan hidrogen antara gugus hidroksil gula dengan air terhadap penghambatan dalam penyerapan air oleh filamen gum biji tidak terjadi. Hal ini memberikan keleluasaan pengaturan rasa manis dalam merancang formula minuman.

Perlakuan pH menunjukkan pengaruh yang sama seperti pada hasil tahap penelitian tahap 1, yaitu semakin tinggi pH larutan pada suhu 70°C selama 1 jam pemanasan menyebabkan DSA semakin besar, kapsul gum semakin tebal dan viskositas larutan semakin meningkat (Gambar 3a-3c). Hal ini mempertegas kembali hasil penelitian tahap 1 bahwa pH larutan merupakan faktor yang memengaruhi karakteristik biji chia di dalam larutan. Korelasi kenaikan pH dengan meningkatnya penyerapan air oleh biji chia dan karakteristik lainnya diduga karena pengaruh nilai potensial zeta. Potensial zeta pada gum chia ini merupakan perbedaan potensial antara permukaan lapisan ion-ion yang terikat kuat pada permukaan gum chia. Menurut Timilsena *et al.* (2016) bahwa potensial zeta dari gum chia dipengaruhi oleh pH karena keterkaitannya dengan tingkat ionisasi gugus karboksil. Gum chia menunjukkan sifat ionisasi anionik

karboksilatnya yang kuat pada pH 12 (-67.6 mV) dan nilai ini menurun seiring menurunnya pH dan menjadi nol pada pH 1.8. Semakin terionisasi, maka semakin terjadi tolak menolak yang kuat di antara partikel. Semakin rendah nilai potensial zetanya, maka partikel cenderung bergabung (Eldredge dan Hand 2011). Aksi tolak menolak ini yang mendasari pergerakan filamen gum chia menjadi bebas dan filamen gum menjadi lebih meregang sehingga memberikan peluang terjadinya ikatan hidrogen dengan air. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Timilsena *et al.* (2016) bahwa kelarutan gum chia dalam air meningkat seiring meningkatnya pH.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik biji chia pada berbagai pH larutan (suhu pemanasan 70°C selama 1 jam): (a) DSA; (b) viskositas nyata larutan; dan (c) tebal kapsul

Seperti halnya pengaruh suhu 70°C pada hasil tahap 1, maka terlihat terjadinya kenaikan yang tinggi dari nilai DSA, tebal kapsul dan viskositas dari pH 3 ke pH 5 dibandingkan dari pH 5 ke pH 7. Hal ini ditandai dengan kurva pada Gambar 3a-3c yang mirip dengan Gambar 5a-5c pada suhu pemanasan 70°C. Pada kedua tahap penelitian yang sudah dilakukan, keduanya menunjukkan bahwa pH 3 memberikan karakteristik biji chia (DSA dan tebal kapsul) yang rendah dengan nilai kurang lebih setengah

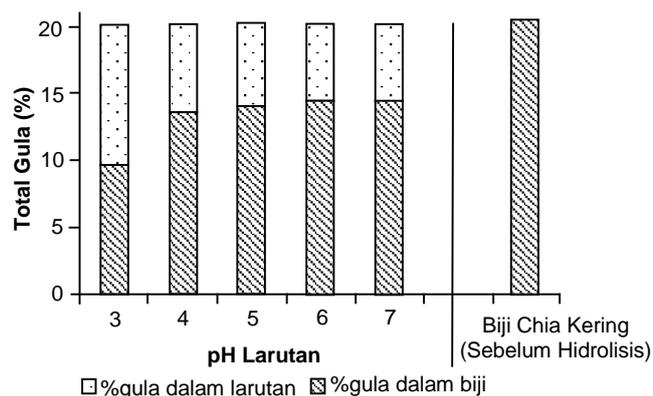
nilai yang diberikan pada pH 5 dan pH 7. Hal ini menunjukkan adanya fenomena yang sama dari kedua tahap penelitian pada pH 3. Fenomena ini diduga ada kaitannya dengan proses hidrolisis gum biji chia yang merupakan kelompok polisakarida.

Pengaruh pH

Perbedaan karakteristik fisik pada suhu 70°C dan 90°C pada pH 3 selain karena peningkatan energi kinetik dan nilai potensial zeta yang rendah, tetapi juga diduga oleh terjadinya reaksi hidrolisis gum oleh asam. Pada kondisi pH rendah, polisakarida dapat mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai unit penyusunnya. Sebagai perbandingan, gum xanthan mengalami hidrolisis pada pH asam. Persamaannya gum xanthan dengan gum chia adalah adanya kesamaan komposisi gugus fungsional hidroksil dan karboksilat, komposisi monosakaridanya serta sifat reologinya (Hernandez 2012). Menurut Sworn dan Monstanto (2000), gum xanthan mengalami hidrolisis seiring penurunan pH dan kenaikan suhu. Hidrolisis tersebut mengakibatkan menurunnya viskositas larutan. Hidrolisis yang terjadi pada rantai polisakarida gum chia dibuktikan dengan pengujian total kadar gula pada larutannya. Pada tahap ini, nilai pH yang diuji dipersempit rentangnya menjadi setiap satu unit pH. Hal ini bertujuan untuk melihat pada pH berapa hidrolisis gum lebih banyak terjadi. Total gula dalam biji dan larutan pada setiap pH uji dengan total gula dalam biji awal (kering) memberikan jumlah yang serupa, yaitu sebanyak 20.52±0.09% dan 20.57±0.00%. Pada pH 3, laju hidrolisis berjalan lebih banyak sehingga menghasilkan penurunan kadar gula yang tinggi dalam biji dan kenaikan kadar gula yang tinggi dalam larutan (Gambar 4).

Menurut Hernández *et al.* (2012), hidrolisis yang terjadi pada ikatan glikosidik polisakarida tumbuhan umumnya terjadi pada pH 3-4. Pada pH 4 dan pH 5, laju hidrolisis berjalan lambat. Hidrolisis tidak memperlihatkan perbedaan dalam laju hidrolisis gum pada pH 6 dan pH 7. Hal ini diduga bahwa kadar total gula yang teranalisis bukan berasal dari hidrolisis gum, melainkan dari komponen dinding primer gum yang pecah pada saat terhidrasi dan terukur sebagai gula. Pada saat terhidrasi, dinding primer biji pecah dan gum mulai tampak keluar. Dinding primer mengandung selulosa, pektin dan hemiselulosa, termasuk diantaranya adalah xyloglucan (Campos *et al.* 2014). Dinding sel primer pecah inilah yang terukur pada saat analisis kadar gula dan mendasari hasil pada perlakuan pH 6 dan 7 yang menghasilkan kadar gula yang cenderung stabil. Adanya pengaruh hidrolisis gum biji chia yang lebih besar pada pH 3 memberikan informasi untuk aplikasi model minuman yang dapat dikembangkan. DSA, tebal kapsul biji dan viskositas larutan menurun seiring menurunnya pH yang berarti konsistensi produk lebih mudah diminum. Namun apabila menghendaki konsistensi produk dengan tekstur dari biji chia yang membentuk kapsul gel yang lebih besar, maka pH produk sebaiknya di rentang pH berasam rendah, kecuali bila tetap akan menggunakan pH berasam tinggi maka

suhu pemanasan sebaiknya menggunakan 90°C sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya.



Gambar 4. Kadar gula dalam larutan dan biji chia sebagai hasil hidrolisis gum chia (suhu pemanasan 70°C selama 1 jam)

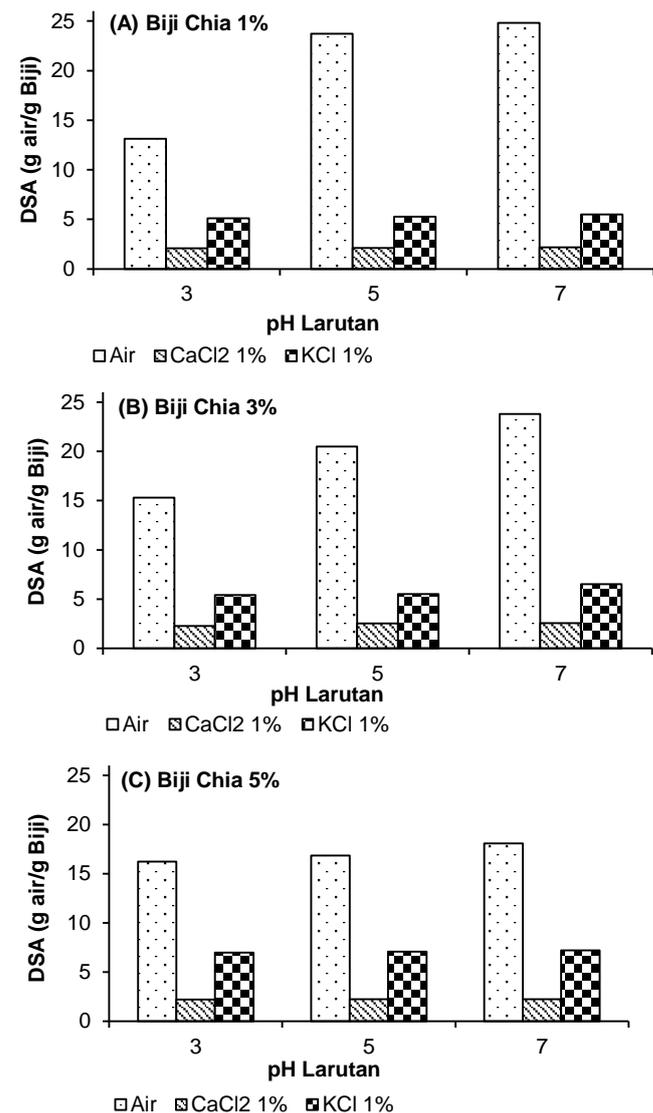
Pengaruh garam ionik

Garam ionik umumnya ditambahkan dalam model minuman elektrolit atau minuman kategori lainnya yang sengaja ditambahkan garam ionik dengan fungsi dan tujuan tertentu. Senyawa ionik dalam air akan terionisasi menghasilkan anion dan kation. Ion tersebut distabilkan dalam larutan melalui hidrasi, yang melibatkan interaksi ion-dipol. Kation mengalami tarik menarik dengan dipol negatif dan anion mengalami tarik menarik dengan dipol positif (Eldredge dan Hand 2011). Gum biji chia yang merupakan molekul hidrofilik yang mengandung gugus hidroksil dan karboksilat yang dapat berinteraksi dengan air melalui ikatan hidrogen (Safari *et al.* 2016).

Penambahan senyawa ionik 1% baik monovalen (KCl) dan bivalen (CaCl_2) menghasilkan nilai DSA yang hampir sama pada setiap konsentrasi biji chia dan setiap pHnya (Gambar 5a-5c). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi biji chia dan pH tidak mempengaruhi daya serap air biji chia dalam larutan garam tersebut. Nilai DSA pada media KCl sekitar dua kali lebih tinggi nilainya dari DSA pada media CaCl_2 . Adanya senyawa ionik diduga mengganggu filamen gum dalam menyerap air. Senyawa ionik atau elektrolit menghasilkan sifat koligatif larutan, yaitu penurunan titik beku, kenaikan titik didih dan kenaikan tekanan osmotik yang lebih tinggi dibandingkan senyawa non-elektrolit. Garam CaCl_2 menghasilkan jumlah ion yang lebih banyak dibandingkan garam KCl pada konsentrasi yang sama (Eldredge dan Hand 2011).

Mekanisme tekanan osmotik ini diduga menjadi penyebab berkurangnya DSA oleh filamen gum biji chia. Seperti yang dilaporkan oleh Pourjavadi *et al.* (2008) pada karakteristik hidrogel kitosan, bahwa gel di dalam larutan garam ionik meningkatkan perbedaan tekanan osmotik antara gel dengan fase airnya. Akibatnya, kapasitas penyerapan air oleh hidrogel menjadi berkurang. Garam CaCl_2 lebih banyak menurunkan kemampuan penyerapan air dibandingkan garam NaCl pada konsentrasi yang sama. Adanya perbedaan tekanan osmotik yang tinggi ini diduga menyebabkan filamen gum biji chia

tidak meregang maksimal sehingga memengaruhinya.

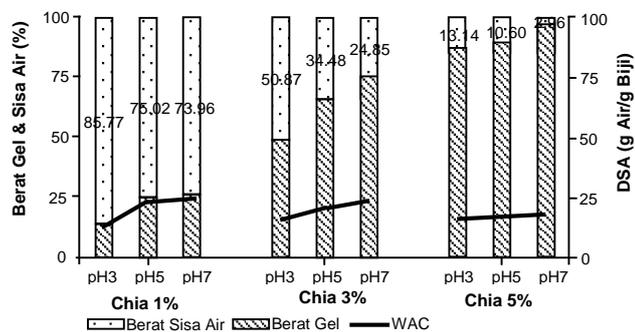


Gambar 5. Pengaruh senyawa ionik terhadap DSA oleh gum biji chia pada berbagai pH larutan dan konsentrasi biji chia: (a) biji chia 1%; (b) biji chia 3%; (c) biji chia 5%

Gambar 5a-5c menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi biji chia menekan DSA biji chia. Semakin tinggi konsentrasi biji, maka semakin banyak air yang diserap dan semakin jenuh media air dengan biji di dalamnya. Pada konsentrasi 5% biji chia di dalam air, larutan sudah jenuh dengan biji chia. Hal ini ditandai dengan nilai DSA biji chia yang membentuk garis landai mendatar yang menunjukkan nilai DSA hampir sama pada setiap pH (Gambar 5c). Pada konsentrasi biji chia 1 dan 3%, kurva penyerapan air oleh gum chia masih menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu semakin meningkatnya pH, maka nilai DSA semakin tinggi, yaitu lonjakan nilai DSA terjadi di pH 3 ke pH 5.

Konsentrasi biji chia yang semakin tinggi menyebabkan penyerapan air oleh gum menjadi tidak maksimal karena terbatasnya jumlah air yang diserap. Gambar 6 menunjukkan jumlah air bebas pada konsentrasi biji chia

5% sudah hampir tidak tersedia lagi karena semuanya sudah diserap sehingga nilai DSA pada konsentrasi tersebut tidak berbeda nyata. Biji chia pada berbagai konsentrasi dan pH maupun senyawa ionik tidak berpotensi membentuk gel padat dari pembentukan kapsul gumnya.



Gambar 6. Berat biji chia yang mengembang (gel) dan berat sisa air serta DSA biji chia pada rentang pH dan konsentrasi biji

KESIMPULAN

Nilai pH larutan model minuman memengaruhi kapasitas penyerapan air, viskositas dan tebal kapsul gum biji chia. Semakin tinggi pH, maka daya serap air, dan ketebalan biji chia serta viskositas model minuman semakin besar. Konsentrasi gula dan waktu pemanasan tidak memengaruhi karakteristik fisik biji chia, sedangkan suhu pemanasan hanya memberikan pengaruh yang nyata pada pH 3. Penambahan larutan CaCl₂ 1% menurunkan hampir dua kali daya serap air dibandingkan larutan KCl 1%. Konsentrasi biji chia yang ditambahkan hingga 5% dalam larutan garam tidak memengaruhi daya serap air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi proses yang meliputi pH, suhu pemanasan, keberadaan garam ionik dan konsentrasi biji chia perlu dipertimbangkan dalam pengembangan produk minuman yang ditambahkan biji chia sebagai bahan pengisi.

DAFTAR PUSTAKA

Ali NM, Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG. 2012. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *J Biomedical Biotechnol* 2012: 171956. DOI: 10.1155/2012/171956.

[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2007. *Official Methods of Analysis*. Edisi 18, Gaithersburg.

Ayerza R. 2013. Seed composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes which differ in seed color. *Emirates J Food Agric* 25(7): 495-500. DOI: 10.9755/ejfa.v25i7.13569.

Campos MR, Solis NC, Rubio GR, Guerrero LC, Ancona DB. 2014. Chemical and functional properties of chia

seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *Int J Food Sci* 2014: 241053. DOI: 10.1155/2014/241053.

Cardenas M, Carpio C, Morales D, Álvarez M, Silva M, Carrillo W. 2018. Content of nutrients component and fatty acids in chia seeds (*Salvia hispanica* L.) cultivated in Ecuador. *Asian J Pharm Clinical Res*. 11(2): 387-390. DOI: 10.22159/ajpcr.2018.v11i2.17096.

Coelho MS, de Las MS. 2014. Chemical characterization of chia (*Salvia hispanica* L.). *J Food Nutr Res* 2(5): 263-269. DOI: 10.12691/jfnr-2-5-9.

Ding Y, Lin HW, Lin YL, Yang DJ, Yu YS, Chen JW, Wang SY, Chen YC. 2018. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. *J Food Drug Anal* 26(1): 124-134. DOI: 10.1016/j.jfda.2016.12.012.

[EC] European Commission. 2009. Authorising the Placing on the Market of Chia Seed (*Salvia hispanica*) as Novel Food Ingredient Under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. (notified under document C(2009) 7645). The Commission of the European Communities. OJ. L 294/14, 11.11.2009.

[EFSA] European Food Safety Authority. 2009. Scientific opinion of the panel on dietetic products nutrition and allergies on a request from the european commission on the safety of 'chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole chia seed' as a food ingredient. *Europ Food Safety Authority J* 996: 3-26.

Eldredge PRH, Hand LLC. 2011. *General Chemistry: Principles, Patterns, and Applications*. Publisher: Saylor Foundation.

Grancieri M, Martino HSD, Meija EG. 2019. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. *Comprehensive Reviews in Food Sci Food Safety* 18: 480-499. DOI: 10.1111/1541-4337.12423.

Hedge JE, Hofreiter BT. 1962. Di dalam: *Carbohydrate Chemistry* 17 (Editor: Whistler RL, Be Miller JN). Academic Press New York.

Hernandez LM. 2012. Gum form chia seeds (*Salvia hispanica*): Microstructure, Physicochemical Characterization and Application in Food Industry. [PhD Thesis]. Pontificia Universidad Catolica de Chile.

Jaddu S, Yedida HV. 2018. Chia seed: A magical medicine. *J Phar Phytochem* 7(2): 1320-1322.

Kisgeci J, Jelacic S, Beatovic D, Levic J, Moravcevic D, Zaric V, Gojkovic L. 2011. Evaluation of basil seed (*Ocimum Basilicum* L.). *Acta Fytotechnica et Zootecnica* 2: 41-44.

Kulczyński B, Cisowska JK, Taczanowski M, Kmiecik D, Michałowska AG. 2019. The chemical composition and nutritional value of chia seeds: Current state of knowledge. *Nutrients* 11(6): 1-16. DOI: 10.3390/nu11061242.

- Labanca RA, Svelander C, Alminger M. 2019. Effect of particle size of chia seeds on bioaccessibility of phenolic compounds during in vitro digestion. *J Cogent Food Agric* 5: 1-3. DOI: 10.1080/23311932.2019.1694775.
- Melo D, Machado TB, Beatriz M, Oliveira PP. 2019. Chia Seeds: an ancient grain trending in modern human diets. *Food Funct* 10(6): 3068-3089. DOI: 10.1039/C9FO00239A.
- Nurchayanti ADR, Dewi L, Timotius KH. 2011. Aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak polar dan non polar biji selasih (*Ocimum sanctum* Linn). *J Tek Industri Pangan* 22(1): 1-6.
- Pourjavadi A, Aghajani V, Ghasemjaded H. 2008. Synthesis, characterization and swelling behavior of chitosan-sucrose as a novel full polysaccharide superabsorbent hydrogel. *J Appl Polymer Sci* 109: 2648-2655. DOI: 10.1002/app.28369.
- Prathyusha P, Kumari BA, Suneetha WJ, Srujana MNS. 2019. Chia seeds for nutritional security. *J Pharm Phytochem* 8(3): 2702-2707.
- Ramos KM, Linares MCM, Haros CM. 2020. Effect of chia as breadmaking ingredient on nutritional quality, mineral availability, and glycemic index of bread. *Foods* 9(5): 1-18. DOI: 10.3390/foods9050663.
- Romankiewicz D, Hassoon WH, Pietrzak GC, Sobczyk M, Wojdyła MW, Ceglińska A, Dziki D. 2017. The effect of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Hindawi J Food Qual* 7352631: 1-7. DOI: 10.1155/2017/7352631.
- Safari A, Kusnandar F, Syamsir E. 2016. Biji chia: karakteristik gum dan potensi kesehatannya. *J Pangan* 25(2): 137-146.
- Sworn G, Monstanto. 2000. *Xanthan gum*. Di dalam Stephen PGO, Alistair M, Williams PA, eds. *Food Polysaccharides and their Applications*, edisi ke-2. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Timilsena YP, Raju A, Stefan K, Benu A. 2016. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydr Polymer* 136: 128-136. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.09.035.
- Ullah R, Nadeem M, Khalique A, Imran M, Mehmood S, Javid A, Hussain J. 2016. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): A review. *J Food Sci Technol*. 53(4): 1750-1758. DOI: 10.1007/s13197-015-1967-0.
- Wang Q, Cui SW. 2005. Understanding the Physical Properties of Food Polysaccharides. In S.W. Cui (ed) *Physical Properties and Applications*. Di dalam Cui SW (ed). *Food Carbohydrate Chemistry, Physical Properties and Applications*. Taylor & Francis group, London, UK.

JMP-03-20-04-Naskah diterima untuk ditelaah pada 28 Maret 2020. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 18 April 2020. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>