

PENAMBAHAN KALSIMUM KARBONAT PADA PEMBUATAN TEPUNG PUDING INSTAN BERBAHAN ALGINAT

Addition of Calcium Carbonate on the Production of Instant Pudding Powder Containing Alginate

Dina Fransiska^{1*}, Annisa Indah Permatasari², Sakinah Haryati², Aris Munandar²,
Subaryono¹, Muhamad Darmawan¹, dan Wahyu Rahmad¹

¹ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan,
Jl. K.S. Tubun Petamburan VI, Jakarta Pusat, Indonesia

² Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

* Korespondensi Penulis: dinanomo@gmail.com

Diterima: 6 Februari 2014; Disetujui: 4 Juni 2014

ABSTRAK

Penelitian mengenai penambahan kalsium karbonat pada pembuatan tepung puding instan berbahan alginat telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi CaCO_3 terbaik pada pembuatan tepung puding instan berbahan alginat yang diekstrak dari rumput laut coklat *Sargassum filipendula* dan menentukan karakteristik mutu tepung puding terbaik. Formulasi tepung puding terdiri atas alginat, guar gum, CaCO_3 , perisa strawberry, pewarna, gula jagung, dan susu skim serta bahan pembentuk gel yaitu *Glucono- δ -lactone*. Pengujian produk puding instan dari alginat dilakukan terhadap sifat fisik yaitu kekuatan gel, elastisitas, sineresis dan uji organoleptik. Pada uji organoleptik, parameter yang dinilai meliputi tekstur, rasa, kenampakan, dan aroma. Formulasi produk tepung puding instan terbaik pada penelitian ini adalah tepung puding dengan penambahan CaCO_3 konsentrasi 5% yang menghasilkan puding dengan kekuatan gel 168,84 g/cm², elastisitas 43,09 mm, dan sineresis 3,38%. Pada hasil uji organoleptik, puding instan terpilih mendapatkan nilai rata-rata uji rangking 45 (sangat suka), uji sensori kenampakan 3,00 (netral), aroma 4,33 (suka), rasa 3,27 (netral) dan tekstur 4,00 (suka). Mutu tepung puding instan terbaik memiliki kadar air 2,70±0,13%, kadar abu 14,96±3,57%, kadar lemak 0,41±0,08%, kadar protein 3,67%, kadar karbohidrat *by difference* 78,26% dan a_w 0,23±0,01. Sedangkan pada analisis mikrobiologi tepung puding instan terbaik memiliki nilai rata-rata angka lempeng total (ALT) <25 x 10² koloni/g.

KATA KUNCI: puding instan, alginat, *glucono- δ -lactone*, kalsium karbonat

ABSTRACT

Research on addition of calcium carbonate on the production of instant pudding powder containing alginate has been done. The purpose of this study was to determine the best CaCO_3 concentration in the production of instant pudding powder made from alginate extracted from brown seaweed *Sargassum filipendula* and to determine the characteristics of the best quality of pudding powder. Pudding powder formulation was comprising of alginate, guar gum, CaCO_3 , strawberry flavor, colouring, corn sugar, and skim milk as well as gel-forming material ie. *Glucono- δ -lactone*. Analysis of instant pudding alginate was performed on gel strength, elasticity, syneresis and organoleptic. In the organoleptic test, characteristics parameters being assessed were texture, flavor, appearance and aroma. The best instant pudding powder formula in this study is the pudding powder with the addition of 5% CaCO_3 having gel strength of 168.84 g/cm², elasticity of 43.09 mm and syneresis of 3.38%. In the organoleptic test, the selected instant pudding had an average value rank test of 45 (really like), appearance of 3.00 (neutral), flavor of 4.33 (like), taste of 3.27 (neutral) and texture of 4.00 (like). Quality analysis showed that the best instant pudding powder had a moisture content of 2.70 ± 0.13%, ash content of 14.96 ± 3.57%, fat content of 0.41 ± 0.08%, protein content of 3.67%, carbohydrate by difference of 78.26% and a_w of 0.23 ± 0.01. While the result of microbiological analysis showed that best instant pudding powder had an average value of total plate count (ALT) <25 x 10² colonies /g.

KEYWORDS: instan pudding, alginate, *Glucono- δ -lactone*, calcium carbonate

PENDAHULUAN

Potensi sumber daya laut Indonesia sangat tinggi salah satunya dalam produksi rumput laut. Salah satu jenis potensi rumput laut yang dapat dimanfaatkan adalah rumput laut coklat. Selama ini, pemanfaatan rumput laut coklat masih sangat rendah khususnya *Sargassum* sp. yang potensinya berlimpah. Produksi rumput laut coklat di Indonesia sangat besar meskipun saat ini produksi riilnya baru sekitar 300 ton/tahun (Subaryono, 2011).

Rumput laut coklat diketahui memiliki kandungan hidrokoloid (alginat), protein, lemak, serat kasar, vitamin, dan zat antibakteri serta mineral (Yunizal, 2004). Selain itu, rumput laut coklat juga mengandung pigmen klorofil a dan c, beta karoten, violasantin dan fukosantin, pirenoid dan filakoid, cadangan makanan berupa laminaran serta dinding sel yang mengandung selulosa (Indriani & Sumarsih, 1999). Rumput laut coklat penghasil alginat tertinggi berasal dari marga *Sargassum*. Alginat merupakan fikokoloid atau hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut coklat yang disusun oleh dua unit monomerik yaitu α -D-*mannuronic acid* dan α -L-*guluronic acid* (Anggadiredja *et al.*, 2010). Menurut Siswati (2002), pemanfaatan alginat dalam bidang pangan sudah banyak digunakan seperti sebagai pengemulsi dan penstabil emulsi pada es krim, pensuspensi pada susu coklat, pembentuk bodi dan tekstur pada yoghurt, produk pangan restrukturisasi (daging dan buah) dan pembentukan gel pada jeli instan.

Puding merupakan salah satu jenis hidangan penutup yang banyak disukai karena rasanya yang manis dan teksturnya yang lembut. Pada umumnya puding dibuat dari tepung agar atau karaginan. Pada pembuatan puding berbahan dasar agar atau karaginan, harus melibatkan proses pemanasan pada pembuatan pudingnya karena kedua bahan tersebut tidak larut dalam air dingin. Pada dasarnya puding juga dapat dibuat dari fikokoloid lainnya seperti alginat. Kelebihan tepung puding berbahan dasar alginat dibandingkan dengan tepung puding berbahan dasar agar atau karaginan adalah kemampuannya membentuk gel tanpa perlu adanya pemanasan. Hal ini merupakan kelebihan dari tepung puding berbahan alginat, yang pada suhu ruang dapat membentuk gel dengan adanya ion kalsium atau kation logam polivalen lainnya yang ditambahkan (Winarno, 1996).

Alginat berpotensi digunakan sebagai bahan pembentuk gel puding, sebagai imobilisasi dan *binder* karena karakteristik gelnya yang kuat seperti agar dan karaginan dengan penambahan CaCO_3 dan *Glucono- δ -lactone* (GDL) (Subaryono *et al.*, 2010). Kalsium Karbonat (CaCO_3) digunakan sebagai agen

pembentuk gel pada alginat. Pembentukan gel secara internal dilakukan untuk menghasilkan gel yang homogen dengan melepaskan ion kalsium dari senyawa atau kompleks dengan pengaturan kondisi di dalam sistem. Aktivasi dari ion pembentuk ikatan silang ini dilakukan dengan perubahan pH oleh penambahan asam organik atau laktone. Penurunan pH menyebabkan lepasnya ion Ca^{2+} dari CaCO_3 atau senyawa kompleksnya dan akan bereaksi dengan alginat membentuk gel. *Glucono- δ -lactone* (GDL) merupakan agen untuk penurunan pH secara perlahan sehingga alginat dapat membentuk gel yang sempurna. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian yang memanfaatkan alginat dalam pembuatan puding instan dengan penambahan CaCO_3 .

Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi CaCO_3 terbaik pada pembuatan tepung puding instan berbahan alginat yang diekstrak dari rumput laut coklat *Sargassum filipendula* dan menentukan karakteristik mutu tepung puding terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Rumput laut coklat kering *Sargassum filipendula* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perairan Binuangeun, Banten. Bahan-bahan yang digunakan untuk ekstraksi alginat adalah NaOCl, Na_2CO_3 , HCl, dan NaOH. Sedangkan bahan untuk pembuatan puding adalah alginat, guar gum, CaCO_3 , perisa strawberry, pewarna, gula jagung, susu skim dan *Glucono- δ -lactone*.

Metode

Penyiapan tepung natrium alginat

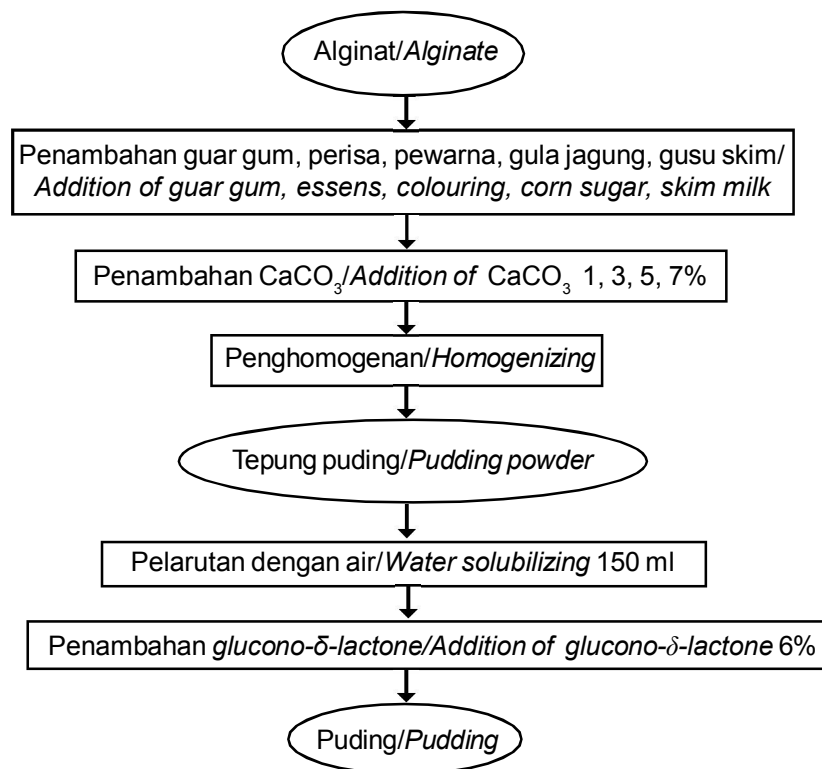
Tepung natrium alginat diperoleh dari hasil ekstraksi dari rumput laut *Sargassum filipendula* dengan menggunakan metode yang dikembangkan Murdinah *et al.* (2005).

Formulasi tepung puding alginat

Alginat hasil ekstraksi digunakan sebagai bahan dasar tepung puding instan. Formulasi menggunakan metode yang dikembangkan Peranginangin *et al.* (2010) dengan modifikasi (Tabel 1). Pembuatan puding instan dilakukan dengan melarutkan bahan-bahan pada Tabel 1 dalam 150 ml air, setelah semua bahan larut kemudian ditambahkan *Glucono- δ -lactone* (6%), dan dibiarkan selama 2 menit hingga terbentuk gel (Gambar 1).

Tabel 1. Formula bahan pembuatan puding instan
 Table 1. Formula of instant pudding ingredients

Bahan/Ingredients	Komposisi/Composition (%)			
	A	B	C	D
Alginat/Alginate	10	10	10	10
Guar gum	1	1	1	1
CaCO ₃	1	3	5	7
Perisa/Essens	0.54	0.54	0.54	0.54
Pewarna/Colouring	0.07	0.07	0.07	0.07
Gula jagung/Corn sugar	50	50	50	50
Susu skim/Skim milk	10	10	10	10



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan puding instan alginat.
 Figure 1. Flow diagram of the process of instant pudding alginate production.

Pengamatan

Analisis mutu rumput laut coklat *Sargassum filipendula* meliputi kadar air (BSN, 2006a), kadar pengotor (*impurities*) (Marine Colloids, 1977), dan *Clean Anhydrous Weed/CAW* (Marine Colloids, 1977) sedangkan mutu tepung natrium alginat hasil ekstraksi diamati terhadap kadar air dan kadar abu (BSN, 2006a), viskositas, rendemen (Marine Colloids, 1977), dan derajat putih (Food Chemical Codex, 1981).

Pengujian produk puding instan dari alginat *Sargassum filipendula* dilakukan terhadap analisis fisik yaitu kekuatan gel (Marrs & Titoria, 2004), elastisitas, dan sineresis (Draget et al., 2001) dan uji organoleptik (BSN, 2011). Uji organoleptik dilakukan pada puding yang diolah dengan perbedaan konsentrasi CaCO₃ yang meliputi uji hedonik dan uji rangking. Pada uji hedonik, karakteristik parameter yang dinilai oleh panelis semi terlatih meliputi tekstur, rasa, kenampakan, dan aroma dengan skala nilai 1 (sangat

tidak suka) sampai 5 (sangat suka). Pada uji rangking, panelis mengurutkan sampel berdasarkan tingkat kesukaannya secara keseluruhan. Penilaian pada uji rangking menggunakan lima skala yaitu sangat suka, suka, biasa, tidak suka dan sangat tidak suka. Rangking 1 berarti sampel yang sangat disukai oleh panelis dan rangking 5 berarti sampel yang sangat tidak disukai oleh panelis.

Analisis kimia yang dilakukan pada tepung puding instan alginat terpilih terdiri atas kadar air dan kadar abu, kadar lemak, kadar protein (BSN, 2006a), kadar karbohidrat dan a_w (AOAC, 1994). Analisis mikrobiologi yang dilakukan pada produk puding instan terpilih dan produk komersil yaitu Angka Lempeng Total/ALT (BSN, 2006b).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan analisis ragam ANOVA, bila hasil analisis terdapat pengaruh nyata dilakukan uji lanjut Duncan. Analisis data untuk hasil pengujian organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji statistik non parametrik yaitu Friedman Test dan Kruskal-Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Rumput Laut Coklat *Sargassum filipendula*

Analisis rumput laut coklat kering dilakukan untuk mengetahui kondisi awal dari rumput laut yang akan diekstraksi. Hasil analisis rumput laut coklat kering ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai kadar air lebih tinggi dari standar yang telah ditetapkan oleh SNI (BSN, 2009) yaitu maksimal 35%. Tingginya nilai kadar air diduga karena pada proses pengeringan rumput laut tidak kering secara merata karena dikeringkan di bawah sinar matahari. Hak dan Tazwir (2004): Winarno (2008) menyatakan bahwa perbedaan nilai kadar air ini dapat disebabkan oleh perbedaan

waktu dan proses pengeringan yang dilakukan. Pada penelitian ini penjemuran rumput laut coklat *Sargassum filipendula* dilakukan selama 2 hari di bawah sinar matahari.

Kadar pengotor dan CAW masih memenuhi SNI (BSN, 2009) yaitu maksimal 5%. Nilai kadar pengotor yang rendah dikarenakan oleh proses sortasi rumput laut yang dilakukan dengan benar. Darmawan *et al.* (2013) menyatakan bahwa peningkatan metode budidaya, waktu panen, dan penanganan pada rumput laut yang baik dapat meningkatkan kualitas rumput laut yang dihasilkan. *Clean Anhydrous Weed* memberikan informasi mengenai kemurnian rumput laut, yaitu kebersihan rumput laut dari kotoran, pasir, batu karang dan campuran rumput laut lain (Subaryono & Murdinah 2011).

Karakteristik Natrium Alginat

Karakteristik mutu natrium alginat dari rumput laut coklat *Sargassum filipendula* ditampilkan pada Tabel 3.

Hasil analisis kadar air, kadar abu, viskositas, dan rendemen natrium alginat hasil ekstraksi pada penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh FCC (1981). Air yang terkandung dalam bahan dapat mempengaruhi tekstur, daya simpan, cita rasa dan penampakannya. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral dalam suatu produk. Menurut Winarno (1996) kandungan abu pada produk menunjukkan kemurnian produk yang dipengaruhi oleh kandungan mineral bahan baku. Alga coklat termasuk bahan yang mengandung mineral cukup tinggi seperti Na, Ca, K, Cl, Mg, Fe, dan S.

Derajat putih merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat warna putih dari suatu produk. Nilai derajat putih ini lebih tinggi dibandingkan nilai derajat putih Na alginat hasil penelitian Yunizal (2004). Tingginya nilai derajat putih pada natrium alginat akan berpengaruh terhadap warna tepung puding yang dihasilkan, puding lebih cerah dan tidak kusam.

Tabel 2. Karakteristik rumput laut coklat *Sargassum filipendula*
 Table 2. Characteristics of brown seaweed *Sargassum filipendula*

Parameter/Parameters	Nilai/Value (%)	BSN (2009)
Kadar Air/Moisture content (%)	36.67 ± 0.18	Maksimal/Max 35
Kadar Pengotor/Impurities (%)	3.58 ± 0.31	Maksimal/Max 5
Clean Anhydrous Weed (CAW)	52.13 ± 4.48	Minimal/Min 30

Tabel 3. Rendemen dan mutu fisiko kimia natrium alginat
 Table 3. The yield and physicochemical of sodium alginate

Parameter/Parameters	Na Alginat Hasil Penelitian/ Sodium Alginate in This Study	Na Alginat (Subaryono, 2010)	FCC (1981)
Kadar Air/Moisture content (%)	14.66 ± 0.10	13.46 ± 0.31	maks. 15,00
Kadar Abu/Ash content (%)	24.35 ± 1.06	20.77 ± 0.02	18.00 – 27.00
Derajat Putih/Whiteness	53.98 ± 2.45	52.80*	-
Viskositas/Viscosity (cPs)	39.17	108 ± 4	27.00
Rendemen/Yield (%)	18.94 ± 0.85	33.93 ± 1.33%	18.00

Sumber/Source: * Yunizal (2004)

Viskositas merupakan parameter mutu untuk menentukan penilaian natrium alginat. Ramsden (2004) menyatakan bahwa umumnya viskositas alginat meningkat dengan meningkatnya konsentrasi, umur rumput laut, keberadaan ion kalsium dalam sistem dan meningkatnya proporsi asam guluronat dibandingkan manuronat. Subaryono (2009) menambahkan bahwa viskositas alginat dipengaruhi oleh perbedaan jenis rumput laut coklat serta umur rumput laut yang digunakan sehingga menghasilkan panjang polimer serta urutan unit monomer (guluronat dan manuronat) alginat yang berbeda. Rumput laut *Sargassum filipendula* yang digunakan oleh Subaryono & Peranginangin (2010) memiliki panjang thallus 32,48 ± 8,41 cm sehingga viskositas dan rendemen yang dihasilkan lebih tinggi. Sedangkan pada penelitian ini rumput laut coklat *Sargassum filipendula* dipanen dengan panjang thallus yang lebih pendek yaitu 20–25 cm. Ketidakteraturan pengambilan bahan baku dapat terjadi karena rumput laut *Sargassum filipendula* tumbuh secara alami bukan hasil budidaya, sehingga penentuan umur panen menjadi sangat sulit. Selain itu, perbedaan nilai viskositas ini juga dapat terjadi karena perbedaan metode pengukuran. Subaryono dan Peranginangin (2010) melakukan pengukuran viskositas dengan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode JECFA (2007).

Nilai rendemen yang besar pada alginat yang dihasilkan selain ditentukan oleh metode ekstraksi juga sangat ditentukan oleh jenis rumput laut, umur dan panjang thallus, bagian tanaman, dan kondisi lingkungan di mana rumput laut tersebut tumbuh (Soegiarto et al., 1978). Rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi natrium alginat pada penelitian telah memenuhi standar FCC namun lebih rendah dibandingkan rendemen natrium alginat hasil penelitian Subaryono & Peranginangin (2010), hal ini

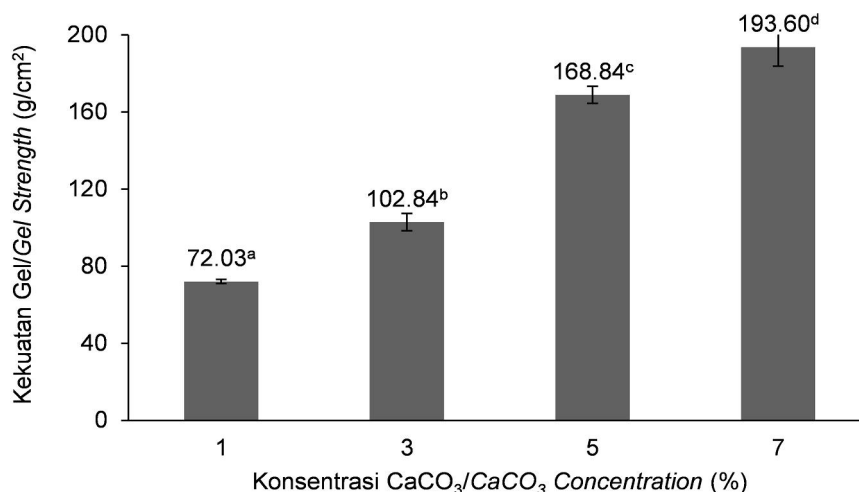
dikarenakan karakteristik rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku memiliki panjang thallus yang berbeda. Sesuai dengan pernyataan Ramsden (2004) dan Jothisaraswathi et al. (2006), bahwa umumnya rendemen alginat meningkat dengan meningkatnya konsentrasi, umur rumput laut, meningkatnya keberadaan ion kalsium dalam sistem dan meningkatnya proporsi asam guluronat dibandingkan asam manuronat. Perbedaan nilai rendemen ini kemungkinan dapat terjadi karena perbedaan metode. Pada penelitian ini proses penyaringan menggunakan *hydraulic press* untuk menghilangkan kandungan selulosa sedangkan pada penelitian Subaryono & Peranginangin (2010) ekstraksi menggunakan *vibrator screen*, sehingga selulosa tidak tersaring dan menyebabkan alginat masih terdapat kandungan selulosa yang meningkatkan rendemen alginat yang dihasilkan. Adanya kandungan selulosa membuat larutan alginat akan mengendap, tidak larut sempurna dan larutan menjadi keruh.

Analisis Fisik Produk Puding Instan Alginat

Analisis fisik produk puding instan alginat pada penelitian ini meliputi karakteristik tekstur (kekuatan gel dan elastisitas) dan sineresis.

Kekuatan gel

Kekuatan gel merupakan salah satu karakteristik mutu puding instan yang sangat penting. Salah satu sifat alginat adalah dapat membentuk gel yang *uniform* (seragam) yang hanya dimungkinkan bila larutan tersebut diaduk dengan baik sebelum pembuatan gel dicampur dengan beberapa asam (Winarno, 1996). Sifat alginat sebagai pembentuk gel dapat digunakan untuk pembuatan puding instan, *pastry fillings*, dan *dessert gel* (Renn, 1986). Nilai kekuatan gel puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 2.



Keterangan/Note: Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)/
 Different superscript letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

Gambar 2. Kekuatan gel puding instan alginat dengan konsentrasi CaCO₃ yang berbeda.
 Figure 2. The gel strength of alginate instant pudding of different CaCO₃ concentration.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap kekuatan gel puding instan alginat dengan besarnya konsentrasi CaCO₃. Uji lanjut yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda dari perlakuan konsentrasi CaCO₃ yang ditambahkan. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan gel puding instan alginat berkisar antara 72,03 sampai 193,60 g/cm². Nilai terendah kekuatan gel puding instan terdapat pada penambahan konsentrasi CaCO₃ 1% dan nilai tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi CaCO₃ 7%.

Subaryono (2009) menyatakan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi CaCO₃ maka ion Ca²⁺ yang dilepaskan ke dalam sistem semakin banyak sehingga ikatan silang yang bisa terbentuk antar molekul alginat semakin banyak. Semakin banyak ikatan silang yang terbentuk maka gel yang dihasilkan akan semakin kuat. Sebaliknya pada konsentrasi CaCO₃ rendah, homogenitas gel yang dihasilkan rendah maka dispersi CaCO₃ dalam larutan kurang baik dan cepat mengendap. Bagian permukaan gel merupakan bagian yang paling kekurangan ion Ca²⁺ untuk pembentukan gel sehingga menghasilkan kekuatan gel yang rendah (Subaryono *et al.*, 2010)

Pada penelitian ini pembentukan gel pada produk puding instan alginat dilakukan secara internal agar pelepasan ion Ca²⁺ dari CaCO₃ berjalan dengan lambat sehingga akan menghasilkan gel yang kuat. Draget (2000) menyatakan bahwa pembentukan gel alginat secara internal dapat mengurangi ukuran partikel karbonat sehingga dapat meningkatkan permukaan larutan untuk masuknya asam dan mengurangi waktu

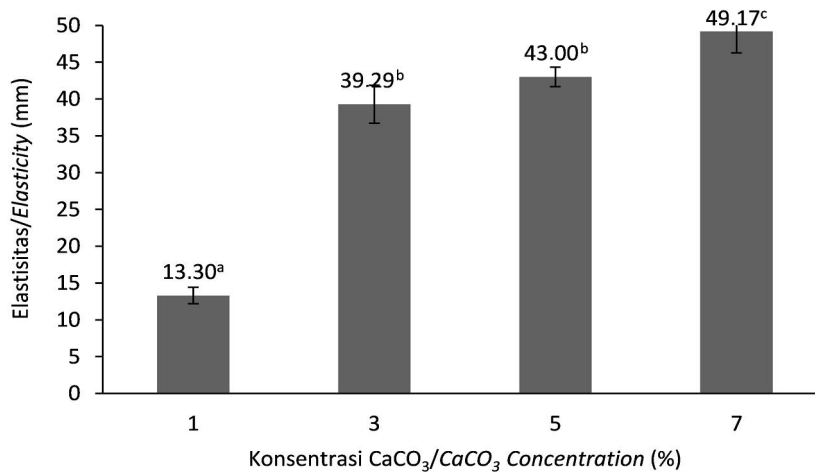
transisi. Hasil gel yang terbentuk secara internal mendekati hasil gel yang terbentuk secara cepat.

Elastisitas

Sifat elastisitas sangat diperlukan pada pembuatan puding. Pengukuran elastisitas dilakukan dengan mengamati jarak yang diperlukan probe sampai titik puncak kekuatan gel oleh pengaruh tekanan dari probe yang diberikan. Produk yang semakin elastis akan membuat jarak probe yang dibutuhkan dalam menekan sampel sampai titik pecahnya semakin jauh (Subaryono, 2009). Nilai elastisitas puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 3.

Hasil penelitian menunjukkan nilai elastisitas produk puding instan alginat antara 13,30-49,17 mm. Penambahan konsentrasi CaCO₃ 1% menghasilkan elastisitas yang paling rendah dibandingkan penambahan konsentrasi CaCO₃ lainnya, hal ini dikarenakan ion Ca²⁺ pada penambahan CaCO₃ 1% belum cukup untuk membentuk gel.

Nilai elastisitas pada puding instan akan semakin tinggi dengan semakin tingginya konsentrasi CaCO₃ yang ditambahkan, hal ini dikarenakan ketersediaan sumber ion Ca²⁺ dalam puding tinggi sehingga menghasilkan gel yang baik dan berpengaruh terhadap peningkatan elastisitas gel. Lesmana *et al.* (2008) menyatakan bahwa semakin banyak CaCO₃ yang ditambahkan maka pembentukan jembatan kalsium akan semakin banyak sehingga berpengaruh terhadap daya tarik yang dibutuhkan untuk memutus matriks gel yang terbentuk.



Keterangan/Note: Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)/
 Different superscript letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

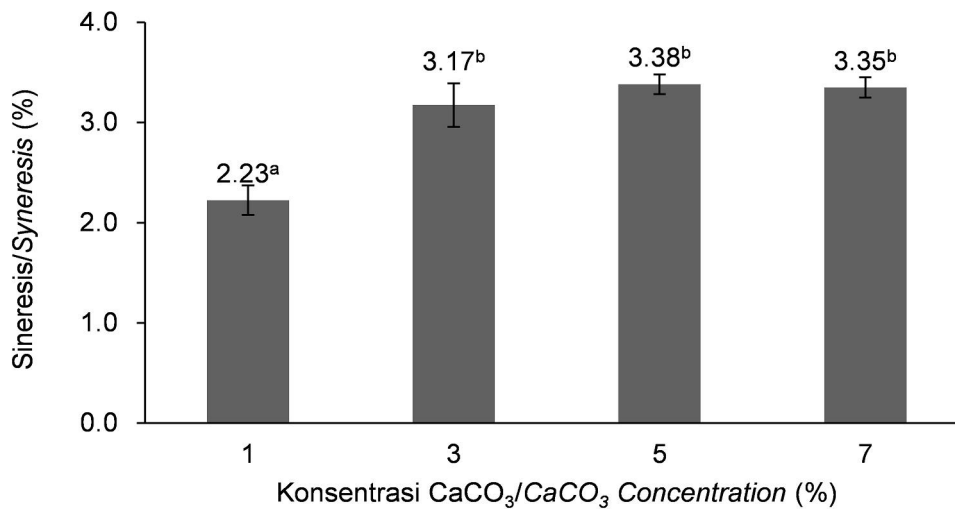
Gambar 3. Nilai elastisitas puding instan alginat dengan konsentrasi CaCO₃ yang berbeda.
 Picture 3. Elasticity of alginate instant pudding of different CaCO₃ concentrations.

Penambahan konsentrasi CaCO₃ 3% tidak berbeda nyata dengan penambahan konsentrasi CaCO₃ 5%, namun berbeda nyata dengan penambahan konsentrasi CaCO₃ 7%. Subaryono (2009) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi CaCO₃ akan meningkatkan kekuatan gel alginat dan berpengaruh terhadap peningkatan elastisitasnya. Draget (2000) menyatakan bahwa meningkatnya ketersediaan ion Ca²⁺ pada alginat akan meningkatkan

nilai elastisitas karena pertukaran ion yang terjadi semakin banyak dan sebaliknya menurunnya ketersediaan ion Ca²⁺ akan menurunkan nilai elastisitas karena pertukaran ion yang terjadi sedikit.

Sineresis

Sineresis merupakan peristiwa keluarnya air dalam gel. Menurut Draget *et al.* (2001), sineresis adalah karakteristik yang dapat terlihat pada proses terjadinya



Keterangan/Note: Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)/
 Different superscript letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

Gambar 4. Nilai sineresis puding instan alginat dengan konsentrasi CaCO₃ yang berbeda.
 Figure 4. Syneresis value of alginate instant pudding of different CaCO₃ concentrations.

pengkerutan gel yang bersifat lambat yang dipengaruhi oleh waktu dan mengakibatkan terlepasnya cairan dari gel. Sineresis dalam suatu gel terlihat dari banyaknya air yang dilepaskan gel oleh pengaruh penyimpanan. Nilai sineresis puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 4.

Hasil penelitian menunjukkan nilai sineresis puding antara 2,23%-3,38%. Semakin tinggi penambahan CaCO_3 semakin tinggi nilai sineresisnya. Penambahan konsentrasi CaCO_3 3% meningkatkan nilai sineresis dibandingkan dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 1%. Subaryono *et al.* (2010) menyatakan bahwa semakin tinggi ikatan yang terjadi maka daya tarik antar molekul alginat semakin kuat, pengerutan gel yang mungkin terjadi semakin tinggi, dan air yang dilepaskan dari gel semakin tinggi. Draget *et al.* (2001) menyatakan bahwa sineresis pada gel alginat dipengaruhi konsentrasi ion Ca^{2+} yang digunakan untuk pembentukan gel. Jika ketersediaan ion Ca^{2+} ke dalam sistem kecil maka ikatan silang yang dapat terbentuk antar molekul sedikit dan menyebabkan nilai sineresis semakin kecil.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa penambahan CaCO_3 pada konsentrasi 3% sudah menyediakan ion Ca^{2+} yang berlebih sehingga peningkatan konsentrasi selanjutnya (5% dan 7%) tidak memberikan efek yang nyata lagi terhadap nilai sineresis.

Karakteristik Sensori Puding Instan

Analisis sensori puding instan alginat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji perbedaan atribut dan uji rangking.

Uji perbedaan atribut

Uji perbedaan atribut menggambarkan karakteristik dari puding instan yang dinilai oleh panelis melalui parameter-parameter yang ada pada puding instan tersebut. Karakteristik parameter yang dinilai oleh panelis meliputi tekstur, rasa, kenampakan, dan aroma dengan skala nilai 1 (sangat tidak suka) sampai 5 (sangat suka).

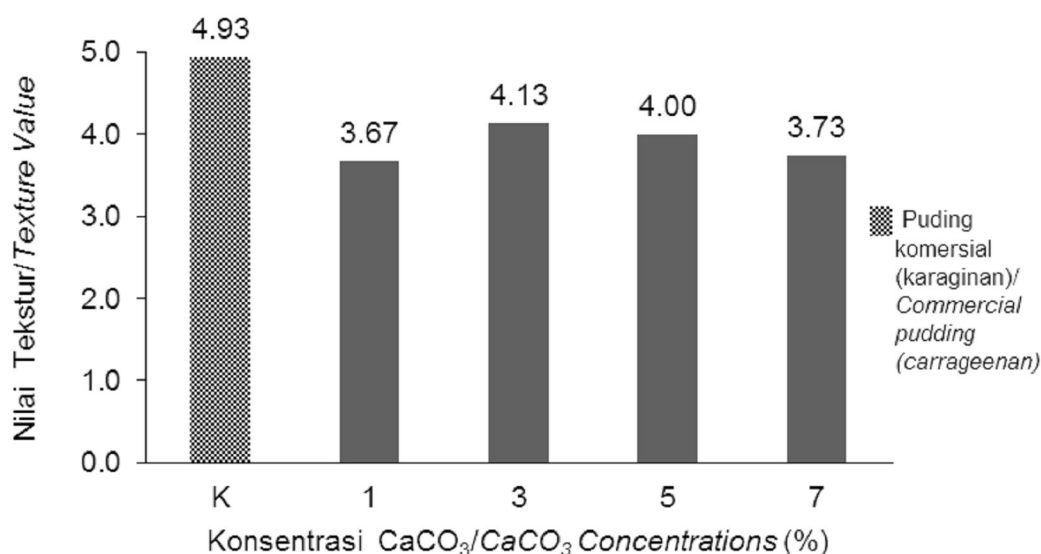
Tekstur

Salah satu faktor yang menentukan penerimaan konsumen terhadap puding instan adalah tekstur. Winarno (2008) menyatakan bahwa tekstur merupakan ciri khas dari suatu produk dan kriteria utama dalam menduga kualitas makanan. Hasil pengujian sensori parameter tekstur puding instan alginat menunjukkan nilai antara 3,67 sampai 4,93 (suka sampai sangat suka). Nilai tekstur pada puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 5.

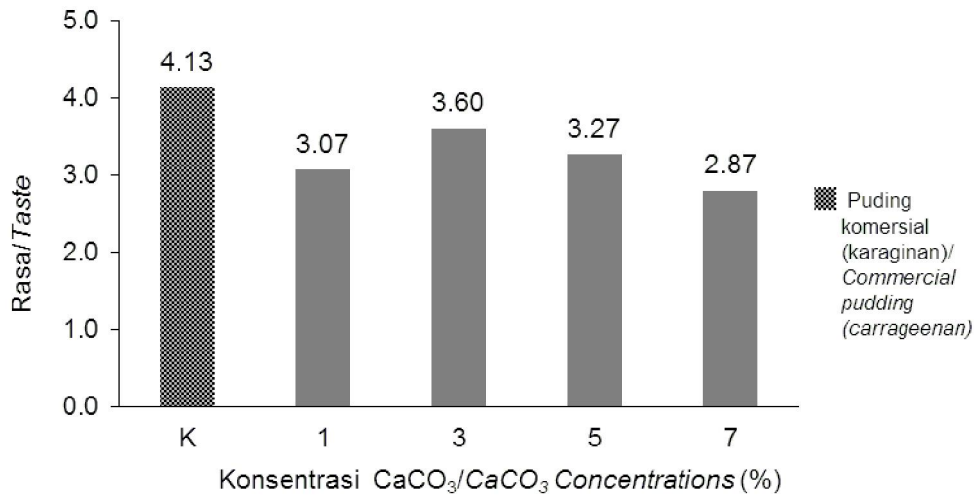
Hasil analisis Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa penambahan CaCO_3 tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai parameter tekstur puding instan dari alginat. Hal ini diduga karena panelis tidak dapat mendeteksi adanya perbedaan tekstur antar perlakuan walaupun secara uji kekuatan gel terlihat berbeda nyata.

Rasa

Rasa merupakan komponen utama dalam menentukan tingkat penerimaan suatu produk, karena rasa dapat membuat produk menjadi lebih bernilai dan disukai oleh konsumen (Effendi, 2009). Hasil pengujian



Gambar 5. Nilai tekstur pada puding instan alginat pada konsentrasi CaCO_3 berbeda.
 Figure 5. Texture values of alginate instant pudding of different CaCO_3 concentrations.



Gambar 6. Nilai rasa pada puding instan alginat pada konsentrasi CaCO₃ yang berbeda.
 Figure 6. Taste values of alginate instant pudding of different CaCO₃ concentrations.

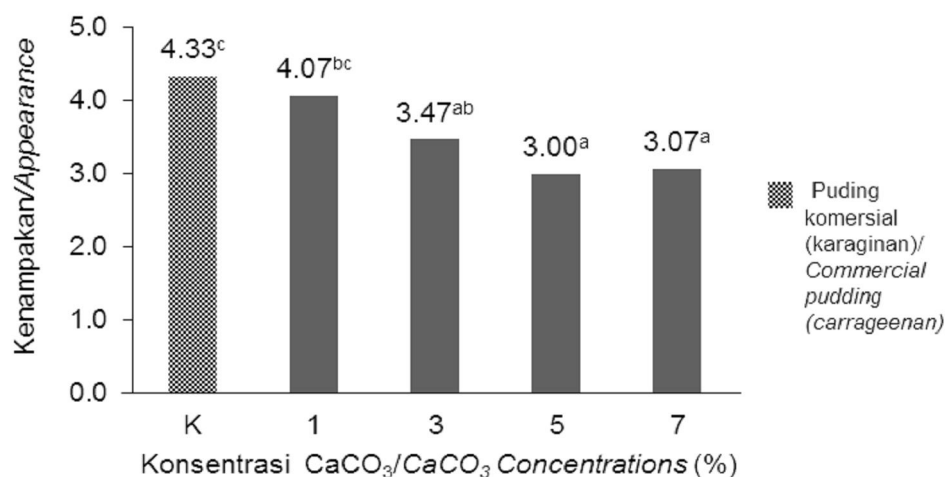
sensori parameter rasa puding instan alginat menunjukkan nilai antara 2,87 sampai 4,13 (biasa sampai suka). Nilai rasa pada puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 6.

Hasil analisis Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi CaCO₃ tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai rasa puding instan alginat, karena CaCO₃ tidak memiliki rasa yang cukup kuat (rasa seperti kapur). Gambar 6 menunjukkan bahwa rasa pada puding pembeding komersial lebih disukai dibandingkan puding instan alginat, karena puding instan alginat menggunakan gula jagung yang kemanisannya lebih rendah dibandingkan gula tebu, sehingga panelis lebih

menyukai puding pembeding komersial yang rasanya lebih manis.

Kenampakan

Kenampakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pilihan konsumen terhadap suatu produk. Kenampakan merupakan sifat sensori yang memberikan kesan pertama pada konsumen untuk melihat produk tersebut baik atau disukai, sebelum melihat sifat sensori lainnya seperti aroma, tekstur, dan rasa. Hasil pengujian sensori parameter kenampakan puding instan alginat menunjukkan nilai antara 3,07 sampai 4,33 (biasa sampai suka). Nilai parameter kenampakan pada puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 7.



Keterangan/Note: Huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)/
 Different superscript letters indicate significant differences ($p < 0,05$).

Gambar 7. Nilai kenampakan puding instan alginat pada konsentrasi CaCO₃ yang berbeda.
 Picture 7. Appearance values of alginate instant pudding of different CaCO₃ concentrations.

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CaCO_3 maka akan mempengaruhi kenampakan puding instan alginat yang menyebabkan menurunnya penerimaan panelis terhadap kenampakan puding. Nilai kenampakan puding yang memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu puding instan pembanding komersial (suka), sebaliknya puding instan yang memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu pada puding instan dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 5% dan 7% (biasa).

Uji lanjut yang dilakukan menunjukkan bahwa puding dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 1% tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap puding pembanding komersial. Namun puding dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 3%, 5% dan 7% berbeda nyata dengan puding pembanding komersial. Penambahan konsentrasi CaCO_3 yang semakin tinggi akan mempengaruhi penampakan pada puding instan dari alginat sehingga membuat warna merah pada puding menjadi lebih muda. Sedangkan pada penambahan konsentrasi CaCO_3 yang lebih rendah memberikan warna merah yang lebih kuat, sehingga memberikan penampakan yang lebih menarik pada puding instan dan menyamai warna puding pembanding komersial. Lesmana *et al.* (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi CaCO_3 yang ditambahkan maka warna putih pada produk semakin terang atau nampak jelas sehingga memberikan efek *whitening* pada produk yang ditambahkan CaCO_3 .

Aroma

Aroma lebih banyak berhubungan dengan panca indra pembau. Aroma dalam banyak hal menentukan enak atau tidaknya makanan. Pada umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak

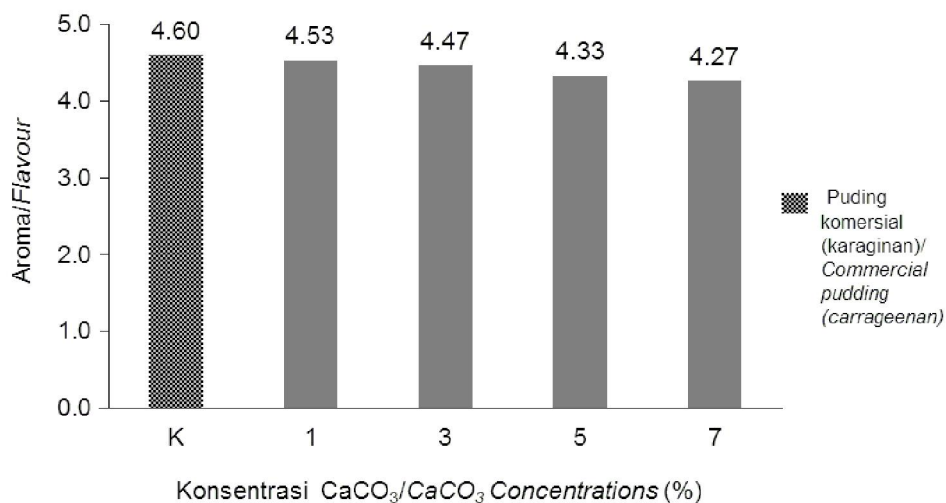
merupakan berbagai ramuan atau campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan hangus (Winarno, 1996). Hasil pengujian sensori parameter aroma puding instan alginat menunjukkan nilai antara 4,27 sampai 4,60 (suka sampai sangat suka). Nilai pada parameter aroma puding instan alginat ditampilkan pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi CaCO_3 yang berbeda tidak memberikan pengaruh aroma puding instan alginat terhadap tingkat kesukaan panelis. Nilai aroma yang memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu pada puding instan pembanding komersial sebesar 4,60 (sangat suka) sedangkan puding instan dengan nilai terendah terdapat pada puding instan dengan penambahan CaCO_3 7% (suka) yang artinya aroma pada produk normal.

Aroma yang tercium pada puding instan dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 tidak memberikan aroma yang spesifik, dikarenakan terdapat aroma lain yang terbentuk dari susu *skim*, gula jagung, dan strawberry bubuk yang digunakan, yang menyebabkan aroma yang keluar normal serta kemungkinan terjadinya *off flavour* sangat lemah sehingga disukai oleh panelis.

Uji ranking

Uji ranking yang dilakukan terhadap puding instan pada masing-masing perlakuan berturut-turut dari ranking 1-5 adalah pembanding komersial, CaCO_3 5%, CaCO_3 3%, CaCO_3 7%, dan CaCO_3 1%. Nilai terendah (sangat suka) terdapat pada puding instan pembanding komersial, sedangkan nilai ranking tertinggi (sangat tidak suka) terdapat pada puding



Gambar 8. Nilai aroma puding instan alginat pada konsentrasi CaCO_3 yang berbeda.
 Figure 8. Flavor values of alginate instant pudding of different CaCO_3 concentrations.

instan dengan penambahan CaCO_3 1%. Hal ini menunjukkan kecenderungan panelis menyukai puding instan pembanding komersial.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan CaCO_3 memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan puding instan oleh panelis. Penambahan konsentrasi CaCO_3 1% pada puding instan alginat menghasilkan gel yang lemah, pembentukan gel pada puding belum sempurna sehingga tekstur gel yang dihasilkan lembek. Pada penambahan konsentrasi CaCO_3 3% gel yang dihasilkan puding mulai terbentuk sempurna walaupun masih terdapat bagian puding yang lembek. Gel pada puding instan alginat mulai terbentuk sempurna pada penambahan konsentrasi CaCO_3 5%, semakin tinggi konsentrasi CaCO_3 yang ditambahkan maka gel yang dihasilkan akan semakin kuat. Pada penambahan konsentrasi CaCO_3 7% gel yang terbentuk sangat sempurna namun gel yang dihasilkan menjadi lebih kaku, sehingga mempengaruhi penerimaan puding instan alginat oleh panelis. Draget (2000) menyatakan bahwa kandungan poliguluronat yang semakin tinggi didalam alginat maka akan menghasilkan gel yang lebih kuat dan tekstur yang dihasilkan lebih kaku.

Kriteria Puding Instan Terbaik dan Karakteristiknya

Penentuan perlakuan terbaik dari puding instan alginat dengan penambahan konsentrasi CaCO_3 1%, 3, 5, dan 7% didasarkan pada nilai penerimaan panelis secara sensori yang ditentukan berdasarkan uji Ranking. Berdasarkan Gambar 8 diketahui bahwa perlakuan penambahan konsentrasi terbaik yang mendekati nilai pembanding komersial adalah konsentrasi CaCO_3 5%, yang dapat dideskripsikan memiliki nilai rata-rata uji rangking ke-2 (sangat suka), uji sensori kenampakan 3,0 (netral), aroma 4,3 (suka), rasa 3,3 (netral) dan tekstur 4,0 (suka).

Perbandingan analisis proksimat hasil penelitian dengan produk komersial dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar air sangat mempengaruhi mutu tepung puding instan. Nilai kadar air pada tepung puding instan alginat terpilih (CaCO_3 5%) merupakan nilai kadar air yang rendah, hal ini dikarenakan oleh sifat dari CaCO_3 yang dapat menangkap air sehingga dapat menurunkan kadar air. Lesmana et al. (2008) menyatakan bahwa semakin meningkat CaCO_3 yang ditambahkan maka dapat menurunkan kadar air yang disebabkan oleh kemampuan dalam memerangkap air. Nilai kadar air yang rendah pada tepung puding instan alginat diharapkan dapat memperpanjang umur simpan dari tepung puding instan alginat. Produk yang mempunyai kadar air rendah biasanya mempunyai masa simpan yang lebih lama dibandingkan dengan produk yang mempunyai kadar air tinggi (Siswati, 2002).

Nilai kadar abu pada tepung puding instan terpilih merupakan nilai kadar abu yang tinggi, diduga karena adanya penggunaan CaCO_3 pada tepung puding instan terpilih. Winarno (1996) menyatakan bahwa komponen yang mempengaruhi kadar abu terdiri dari kalsium, kalium, natrium, besi, mangan, magnesium dan iodium.

Hasil analisis kandungan lemak puding instan alginat terpilih lebih rendah (0,41%) dari tepung puding instan produk komersial sebesar 5%. Rendahnya nilai kadar lemak pada tepung puding instan terpilih diduga karena beberapa bahan yang digunakan sebagai penyusun tepung puding alginat terdiri dari gula, aginat dan susu skim dan diketahui bahwa susu *skim* memiliki kadar lemak yang rendah namun kadar proteinnya tinggi.

Hasil analisis kandungan protein tepung puding instan terpilih (3,67%) lebih tinggi dibandingkan tepung puding instan produk komersial yang memiliki nilai kadar protein sebesar 3%. Tingginya kadar protein

Tabel 4. Karakteristik mutu kimia dan fisik tepung puding instan
Table 4. Physicochemical characteristics of instant pudding powder

Parameter/Parameters	Tepung Puding instan Terpilih/Instant Pudding Powder Selected	Puding Instan Komersial (tertera dalam kemasan)/Commercial Instant Pudding (showed in the packaging)
Kadar air/Moisture content (%)	2.70 ± 0.13	-
Kadar abu/Ash content (%)	14.96 ± 3.57	-
Kadar lemak/Fat content (%)	0.41 ± 0.08	5
Kadar Protein/Protein content (%)	3.67	3
Karbohidrat by difference (%)	78.26	11
a_w	0.23 ± 0.01	-

tepung puding instan terpilih diduga berasal dari susu *skim* yang digunakan pada bahan formulasi sebagai bahan penyumbang protein tertinggi pada tepung puding instan alginat.

Karbohidrat memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain (Winarno, 2008). Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa kadar karbohidrat tepung puding instan terpilih lebih tinggi dibandingkan nilai tepung puding instan komersial. Kadar karbohidrat pada tepung instan terpilih lebih tinggi, karena adanya kandungan susu *skim* dan gula jagung sehingga kandungan karbohidrat lebih tinggi. Kadar karbohidrat yang tinggi pada puding instan alginat dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat konsumen.

Berdasarkan hasil analisis a_w diketahui bahwa nilai a_w (0,23) pada tepung puding instan terpilih termasuk rendah, sehingga diharapkan tepung puding instan alginat tahan terhadap serangan mikroba. Menurut Winarno (2008), a_w adalah jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Berbagai mikroorganisme mempunyai a_w minimum agar dapat tumbuh.

Karakteristik Mikrobiologi

Kerusakan pada bahan pangan disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain pertumbuhan serta aktivitas mikroba dan aktivitas enzim-enzim di dalam bahan pangan. Salah satu cara mencegah pertumbuhan mikroba adalah dengan mengganggu lingkungan hidupnya. Lingkungan hidup mikroba dapat diganggu dengan cara mengubah suhu, kadar air, a_w , pH, kadar oksigen, komposisi substrat serta penggunaan bahan pengawet antimikroba (Effendi, 2009).

Nilai ALT tepung puding instan terpilih yaitu $< 25 \times 10^2$ cfu/g, sedangkan nilai ALT pada puding instan komersil yaitu $8,7 \times 10^3$ cfu/g. Rendahnya nilai ALT diduga karena produk tepung puding instan memiliki a_w rendah yaitu 0,23 sehingga memungkinkan bakteri sulit tumbuh dan berkembang di dalamnya. Penyebab lainnya diduga karena pada proses pembuatan tepung puding instan dilakukan dengan memperhatikan sanitasi yang baik serta waktu pengujian produk yang dilakukan tidak lama setelah proses pembuatan tepung puding instan sehingga meminimalisasi kemungkinan kontaminasi dari lingkungan terhadap produk. Bakteri umumnya tumbuh dan berkembang biak dengan baik dalam media dengan a_w tinggi (0,75-1,00) (Buckle *et al.*, 1987).

KESIMPULAN

Formula produk tepung puding instan terbaik pada penelitian ini adalah pudding instan dengan

penambahan konsentrasi CaCO_3 5% yang memiliki nilai kekuatan gel sebesar $168,84 \text{ g/cm}^2$, nilai elastisitas sebesar 43,09 mm dan nilai sineresis sebesar 3,38%. Pada hasil uji organoleptik, tepung puding instan terpilih mendapatkan nilai rata-rata uji rangking 45 (sangat suka), uji sensori kenampakan 3,0 (netral), aroma 4,3 (suka), rasa 3,3 (netral) dan tekstur 4,0 (suka).

Berdasarkan analisis mutu tepung puding instan terbaik memiliki nilai kadar air sebesar $2,70 \pm 0,13\%$, nilai kadar abu sebesar $14,96 \pm 3,57\%$, nilai kadar lemak sebesar $0,41 \pm 0,08\%$, nilai kadar protein sebesar 3,67%, nilai kadar karbohidrat *by difference* sebesar 78,26% dan a_w sebesar $0,23 \pm 0,01$. Sedangkan pada analisis mikrobiologi tepung puding instan terbaik memiliki nilai rata-rata angka lempeng total (ALT) yaitu $< 25 \times 10^2$ koloni/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2010). *Rumput Laut*. Cetakan Kelima. Penebar Swadaya, Depok. p.134 .
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist.(1994). *Official Methods of Analysis*. Arlington, Virginia, USA: Published by The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2006a). *Analisa Kimia Pada Produk Perikanan*. SNI 01-2354-2006. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 32 p.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2006b). *Standar Penentuan Angka Lempeng Total (ALT)*. SNI 01-2332.3-2006. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 11 p.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Standar Nasional Indonesia Rumput Laut Kering*. SNI 2690.1:2009. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 8 p.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Petunjuk Pengujian Organoleptik Atau Sensori Pada Produk Perikanan*. SNI 2346-2006. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 136 pp.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., & Wooton, M. (1987). *Dalam Purnomo, H. dan Adiono (penerjemah). Ilmu Pangan*. UI Press, Jakarta. 365 p.
- Darmawan, M., Utomo, B.S.B., & Mulia, R.A.Y. (2013). Kualitas alkali treated cottonii (ATC) yang dibuat dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia. *Squallen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. (8): 117–127.
- Draget, K.I. (2000). Alginates. *In* Philips, G.O. and Williams, P.A. (eds.). *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Press. p. 379–395.
- Draget, K.I, Gåserød, O., Aune, I., Anderse, P.O., Storbakken, B, Stoke, B.T., & Smidsrød, O. (2001).

- Effects Of Molecular Weight and Elastic Segment Flexibility On Syneresis In Ca-Alginate Gels. *Food Hydrocolloids*. (15): 485–490
- Effendi, H.M.S. (2009). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta, Bandung. 202 pp.
- [FCC] Food Chemical Codex. (1981). *Food Chemical Codex*. 3rd ed. Volume III. National Academic of Science. Washington D.C. p. 155–195.
- Hak, N. & Tazwir. (2004). Pengaruh umur panen rumput laut coklat (*Sargassum filipendula*) terhadap mutu fisiko-kimia natrium alginat yang dihasilkannya. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* (7): 80–91.
- Indriani, H. & Suminarsih, E. (1999). *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya, Jakarta. 99 pp.
- JECFA (2007). *FAO JECFA Monographs 4*. published in the Combined Compendium of Food Additive Specifications.
- Jothisaraswathi, S., Babu, B. & Rengasamy, R. (2006). Seasonal studies on alginate and its composition II: *Turbinaria conoides* (J. Ag.) Kutz. (Fucales, Phaeophyceae) *J. Appl Phycol*. 18: 161–166.
- Lesmana, S.N., Putut, T.I.S., & Kusumawati, N. (2008). Pengaruh penambahan kalsium karbonat sebagai fortifikan kalsium terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik permen jeli susu. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. (7): 28–39.
- Marine Colloids FMC Corp. (1977). *Carrageenan*. Marine Colloids Monograph One. New Jersey: Marine Colloid Division FMC Corporation. Springfield. USA.
- Marrs, W.M. & Titoria, P. (2004). Third Generation Gels. In Williams, P.A. and Philips, G.O. (eds.). *Gums and Stabilisers for The Food Industry 12*. Edited by UK: The Royal Society of Chemistry. pp. 189–200.
- Murdinah, Subaryono, Fransiska, D., Sinurat, E., Amini, S., Irianto, H.E., Darmawan, M., & Peranginangin, R. (2005). *Laporan Teknis Pemanfaatan Mikro dan Makro alga*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Peranginangin, R., Murdinah, Fransiska, D., Sinurat, E., & Apriyani, S.N.K. (2010). *Laporan Teknis. Penelitian Pengembangan Produk Baru dari Rumput Laut dalam rangka Meningkatkan Nilai Tambah dan Daya Saing*. Balai Besar Litbang Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Ramsden, I. (2004). Plant and algal gums and mucilages. In *Chemical and Functional Properties of Food Sachharides*. CRC Press LLC. 247–248 p.
- Renn, D.W. (1986). Uses of Marine Algae Biotechnology and Industry dalam *Summ. Rep. Workshop on Marine Algae Biotechnology*. National Academic Press, Washington DC. pp. 42–50.
- Siswati, J. (2002). *Kajian Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Sargassum sp. serta Aplikasinya sebagai Penstabil Es Krim*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 70 pp.
- Soegiarto, A., Atmadja, W.S., Sulistijo, & Mubarak, H. (1978). *Rumput Laut (Algae): Manfaat, Potensi, dan Usaha Budidaya*. LON-LIPI, Jakarta. p. 5–15.
- Subaryono. (2009). *Karakterisasi Pembentukan Gel Alginat dari Rumput Laut Sargassum sp. dan Turbinaria sp.* Tesis. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 81 p.
- Subaryono, Peranginangin, R., Fardiaz, D., & Kusnandar, F. (2010). Pembentukan Gel Alginat yang Diekstrak dari *Sargassum filipendula* dan *Turbinaria decurrens* Menggunakan CaCO₃ dan Glucono- δ -lactone (GDL). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. (5): 43–54.
- Subaryono & Peranginangin, R. (2010). Perbaikan Viskositas dari *Sargassum filipendula* dan *Turbinaria decurrens* Menggunakan CaCO₃ dan Locust Bean Gum (LBG). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. (4): 131–139.
- Subaryono & Murdinah. (2011). Kualitas agar-agar dari rumput laut *Gracilaria chilensis* yang dibudidayakan di Lampung. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. p. 1153–1158.
- Winarno, F.G. (1996). *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta. 103 p.
- Winarno, F.G. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi*. M-Brio Press, Bogor. 289 p.
- Yunizal. (2004). *Teknologi Pengolahan Alginat*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 66 p.