

PERBAIKAN SIFAT FUNGSIONAL AGAR-AGAR DENGAN PENAMBAHAN BERBAGAI JENIS GUM

Murdinah¹⁾ dan Ellya Sinurat¹⁾

ABSTRAK

Penggunaan agar-agar pada produk pangan cukup luas, namun demikian masih terdapat kelemahan sifat fungsionalnya. Peningkatan sifat fungsional agar-agar dilakukan dengan penambahan berbagai jenis gum karena gum memiliki efek sinergisme dengan fikokoloid. Pada penelitian ini dibuat formulasi agar-agar dengan berbagai jenis gum yaitu gum arabik, guar gum, locust bean gum (LBG), dan konjak. Variasi rasio formula agar-agar dengan berbagai jenis gum masing-masing adalah 1:3, 1:1, dan 3:1. Sebagai pembanding digunakan agar-agar kontrol tanpa penambahan gum. Sifat fungsional yang diamati meliputi kekuatan gel, elastisitas, sineresis, viskositas, titik leleh, dan titik gel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penambahan LBG dan konjak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kekuatan gel agar-agar. LBG dan konjak memiliki efek sinergis dalam meningkatkan kekuatan gel. Kekuatan gel agar-agar meningkat dari 493 g/cm² menjadi 2011 g/cm² pada penambahan konjak rasio 1:1 dan menjadi 864 g/cm² pada penambahan LBG ratio 1:1. Elastisitas gel agar-agar meningkat dari 45 mm menjadi 47,90 mm pada penambahan guar gum rasio 3:1. Penambahan guar gum, LBG, dan konjak berpengaruh nyata terhadap peningkatan viskositas agar-agar. Guar gum, LBG, dan konjak memiliki efek sinergis dalam meningkatkan viskositas. Viskositas agar-agar meningkat dari 101 cPs menjadi 1880 cPs pada penambahan guar gum rasio 1:3, menjadi 1610 cPs dengan LBG rasio 1:3 dan menjadi 5380 cPs dengan konjak rasio 1:3. Titik leleh menurun dari 56°C menjadi 48°C pada penambahan gum arabik rasio 1:3.

ABSTRACT: *Improvement of agar-agar functional properties by the addition of various gums. By: Murdinah and Ellya Sinurat*

Agar-agar is widely used as an additive for food products. However, the application is still limited due to its low functional properties. Increasing functional properties of agar-agar was conducted by the addition of gums because they have synergism effect with phycocolloid. Research was conducted by formulation of agar-agar with other gums i.e. Arabic gum, guar gum, locust bean gum (LBG) and konjac. The ratios of agar-agar and gums in the experiment were 1:3, 1:1 and 3:1. Native agar-agar without addition of gums was used a control. Observations done to evaluate their functional properties were gel strength, elasticity, syneresis, viscosity, melting point, and gelling point. Results showed that the addition of LBG and konjac significantly increased agar-agar gel strength. LBG and konjac showed synergism effect on increasing agar-agar gel strength. Gel strength of agar-agar added with konjac at a ratio of 1:1 increased from 493 g/cm² to 2011 g/cm² and added with LBG with ratio of 1:1 increased from 493 g/cm² to 864 g/cm². Elasticity of agar-agar added with guar gum at a ratio of 3:1 increased from 45 mm to 47.90 mm. Guar gum, LBG and konjac showed synergism effect on increasing agar-agar viscosity. Viscosity of agar-agar added with guar gum, LBG and konjac at a ratio of 1:3 increased from 101 cPs to 1880, 1610 and 5380 cPs respectively. The melting point of agar-agar added with arabic gum at ratio 1:3 of decreased from 56°C to 48°C.

KEYWORDS: *agar-agar, gums, functional properties, synergy*

PENDAHULUAN

Agar-agar adalah fikokoloid pertama yang digunakan sebagai bahan tambahan makanan sekitar 300 tahun yang lalu. Fikokoloid merupakan produk gel yang diekstrak dari rumput laut dan telah digunakan di berbagai bidang industri karena sifat koloid yang dimilikinya. Selain agar-agar, koloid penting yang diproduksi oleh industri rumput laut adalah karaginan dan alginat yang digunakan sebagai pengental

(*thickening*) dan pembentuk gel (*gelling agent*) pada makanan (Armisen & Galatas, 2000). Agar-agar merupakan bentuk koloid dari suatu polisakarida kompleks yang diekstrak dari beberapa jenis rumput laut merah yang disebut agarofit (Marinho-Soriano & Bourret, 2003).

Agar-agar disebut sebagai gelosa atau gelosa bersulfat, dengan rumus molekul (C₆H₁₀O₅) atau (C₆H₁₀O₅)_n H₂SO₄. Selain mengandung polisakarida

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Balitbang KP, KKP; Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta Pusat; E-mail:murdinah@yahoo.com

sebagai senyawa utama, agar-agar juga mengandung kalsium dan mineral lainnya (Angka & Suhartono, 2000). Menurut Glicksman (1983), agar-agar merupakan kompleks polisakarida linier yang mempunyai berat molekul 120.000, tersusun dari beberapa jenis polisakarida seperti 3,6-anhidro-L-galaktosa, D-galaktopiranosida dan sejumlah kecil metal D-galaktosa. Agar-agar memiliki daya gelasi (kemampuan membentuk gel), viskositas (kekentalan), *gelling point* (suhu pembentukan gel), dan *melting point* (suhu mencairnya gel) yang sangat menguntungkan untuk digunakan pada industri pangan maupun nonpangan (Armisen & Galatas, 2000).

Di Indonesia telah berkembang industri agar-agar, yang sebagian besar digunakan oleh industri makanan untuk produk seperti jeli, puding, dan permen karena kemampuannya membentuk gel. Karakteristik gel agar-agar memiliki kekuatan gel rendah, kompak, rapuh, dan sineresis (Armisen & Galatas, 2000; Anon., 2004). Agar-agar hasil ekstraksi dari rumput laut lokal memiliki viskositas rendah, sehingga ada keterbatasan penggunaannya.

Untuk meningkatkan pemanfaatan agar-agar tersebut perlu dilakukan upaya agar sifat fungsional yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang dibutuhkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fungsional agar-agar adalah dengan menambahkan hidrokoloid gum. Selain fikokoloid, beberapa bahan aditif lain yang memiliki fungsi mirip dengan fikokoloid yang digunakan pada industri makanan di antaranya yaitu gum arabik, guar gum, *locust bean gum* (LBG), dan konjak (Miller & Whistler, 1973). Dipilihnya gum sebagai bahan untuk meningkatkan sifat fungsional agar-agar karena gum diketahui memiliki efek sinergis dalam memperbaiki sifat fungsional jika dikombinasikan dengan beberapa pikokoloid seperti agar-agar, karaginan, dan alginat (Casas & Garchia-Ochoa, 1999; Hernandez, 2001; Anon, 2004; Hoefler, 2004).

Gum arabik tersusun dari polisakarida yang berat molekulnya tinggi, mengandung magnesium, kalsium, dan kalium. Gum arabik mudah larut dalam air dingin dan panas serta cenderung untuk menggumpal ketika ditambah air. Gum arabik telah digunakan sebagai bahan penstabil untuk makanan beku seperti es krim dan serbet karena kemampuannya untuk menyerap air selama pembekuan (Glicksman & Sand, 1973). Guar gum merupakan polisakarida dengan berat molekul tinggi (50–8.000 kDalton), yang tersusun oleh senyawa galaktomanan (manosa dan galaktosa dengan perbandingan 2:1), berfungsi sebagai pengental, penstabil dan pengemulsi (Anon., 2002^a). LBG merupakan polisakarida hidrokoloid dengan berat

molekul tinggi yang tersusun oleh unit galaktosa dan manosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik, larut dalam air panas dan terdispersi dalam air panas maupun dingin, dan berfungsi sebagai bahan pengental dan penstabil (Anon., 2008). Sedangkan konjak atau yang disebut konjak manan atau konyaku adalah polisakarida hidrokoloid yang komponen utamanya berupa senyawa glukomanan yang terdiri dari manosa dan glukosa, dihubungkan dengan ikatan β -1,4. Konjak larut dalam air panas atau dingin, kekentalannya tinggi dengan pH antara 4–7, berfungsi sebagai bahan pembentuk gel, pengental, penstabil, dan pengemulsi (Anon., 2002^b).

Menurut Arbuckle & Marshall (2000), penambahan LBG pada karaginan dapat menambah kekuatan gel dan sifat elastis serta menurunkan sineresis, sedangkan penambahan konjak pada karaginan dapat menambah kekuatan gel dan sifat elastisitas.

Efek sinergis dilaporkan terjadi antara *kappa*-karaginan dengan konjak yang cocok untuk pembuatan jeli dan permen jeli yang elastis (Sinurat *et al.*, 2006), alginat dengan guar gum yang cocok untuk pengental pasta printing karena memiliki viskositas tinggi (Murdinah & Sinurat, 2010), agar-agar dengan tragakan (Merory, 1960), agar-agar dengan LBG (Anon., 2004), gum biji lokus dengan agarosa atau *kappa*-karaginan (Dea, 1979). Sinergistik tersebut penting untuk memodifikasi penampilan produk pangan.

Sifat fungsional utama dari hidrokoloid yaitu sebagai pengental dan pembentuk gel, dapat dievaluasi dengan mengukur kekentalan larutan dan sifat gel yaitu kekuatan gel, kekakuan gel, dan sineresis (Fry & Hudson, 1983; Angalet, 1986; Gregory, 1986). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fungsional agar-agar yang diharapkan dapat memperluas pemanfaatan agar-agar, melalui formulasi dengan penambahan berbagai jenis gum (gum arabik, guar gum, LBG, dan konjak).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah agar-agar dan berbagai jenis gum. Agar-agar diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut *Gracilaria* sp. yang dipanen dari alam, berasal dari Tepus, Gunung Kidul, Yogyakarta. Berbagai jenis gum yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gum arabik (impor dari PT. Jumbo Trading Company Ltd. Thailand), guar gum (impor dari PT. Endigo, India), LBG (impor dari PT. Vihep, Spanyol), dan konjak (impor dari PT. Kam Yuen, China).

Metode

Ekstraksi agar-agar

Untuk mendapatkan agar-agar dilakukan ekstraksi menggunakan bahan baku rumput laut kering *Gracilaria* sp. yang dipanen dari alam. Metode ekstraksi agar-agar mengacu metode yang dilakukan oleh Utomo *et al.* (2004). Pertama-tama rumput laut kering direndam dalam air selama 2 jam, kemudian dicuci dengan air sampai bersih sambil dilakukan sortasi untuk membuang kotoran dan karang. Setelah itu dilakukan pemucatan, dengan cara merendam rumput laut tersebut dalam larutan kaporit 1% selama 15 menit, kemudian dicuci dengan air sampai bau kaporit hilang. Proses selanjutnya rumput laut yang telah dipucatkan direbus dengan air sebanyak 40 kali dari berat rumput laut pada suhu 90–95°C selama 2 jam. Setelah perebusan, ekstrak rumput laut disaring menggunakan penyaring bergetar dan filtrat agar-agar yang diperoleh diendapkan dengan isopropil alkohol, kemudian dikeringkan. Agar-agar yang sudah digiling diayak dengan ayakan 80 mesh, dan diperoleh tepung agar-agar dengan ukuran 80 mesh.

Formulasi agar-agar dengan berbagai jenis gum

Agar-agar yang dihasilkan dari proses ekstraksi kemudian dilakukan pencampuran dengan berbagai jenis gum. Jenis gum yang digunakan adalah gum arabik, gum guar, *locust bean gum* (LBG), dan konjak. Perbandingan agar-agar dengan masing-masing jenis gum dibuat variasi rasio: 1:3, 1:1, dan 3:1 b/b dengan mengacu pada percobaan pendahuluan. Selanjutnya formula ini dilarutkan menjadi larutan dengan konsentrasi 1,5% b/b, untuk dianalisis sifat fungsionalnya.

Pengamatan

Agar-agar hasil ekstraksi dan formula agar-agar hasil ekstraksi dengan berbagai jenis gum diamati sifat fungsionalnya meliputi kekuatan gel, elastisitas dan koefisien elastisitas, sineresis, viskositas, titik gel, dan titik leleh. Sedangkan berbagai jenis gum diukur viskositasnya dengan viskometer Brookfield. Kekuatan gel diukur dengan alat Texture Analyzer pada konsentrasi larutan 1,5% b/v dengan menggunakan probe P/1KS dengan jarak 15 mm dan kecepatan 2 mm/detik. Elastisitas gel diperoleh dari hasil jarak yang ditempuh *probe* sampai pecahnya gel (mm). Sineresis diukur berdasarkan selisih bobot awal dikurangi bobot akhir setelah disimpan dalam refrigerator selama satu malam. Viskositas diukur dengan menggunakan viskometer Brookfield digital pada konsentrasi larutan 1,5%. Titik leleh diukur

dengan menaikkan suhu gel konsentrasi agar-agar (2%) secara bertahap menggunakan *waterbath*. Kecepatan kenaikan suhu 1°C/menit. Titik leleh tercapai setelah gotri besi (bobot 0,44 g) yang diletakkan di permukaan gel mulai masuk dalam agar. Titik gel diukur dengan menurunkan suhu gel secara bertahap menggunakan *waterbath*. Kecepatan penurunan suhu 0,6°C/menit. Titik gel tercapai pada saat sensor termometer dapat mengangkat gel. Penelitian ini dirancang menggunakan rancangan acak lengkap *One Way Anova*, dengan 3 kali ulangan. Uji lanjut menggunakan Tukey Duncan.

HASIL DAN BAHASAN

Sifat Fungsional Agar-Agar dan Gum

Karakteristik sifat fungsional agar-agar adalah kekuatan gel, viskositas, suhu pembentukan gel, titik leleh dan index sineresis (Pereira-Pacheco *et al.*, 2007). Dari hasil analisis sifat fungsional, agar-agar hasil ekstraksi pada penelitian ini memiliki kekuatan gel sebesar 493 ± 4 g/m², elastisitas $45,00 \pm 0,70$ mm, sineresis $0,67 \pm 0,11\%$ (b/b), viskositas $101 \pm 11,00$ cPs, titik leleh $56 \pm 0,30^\circ\text{C}$ dan titik gel $33 \pm 0,30^\circ\text{C}$.

Gel agar-agar dapat dibentuk dalam larutan yang sangat encer yang mengandung fraksi 1% agar-agar. Karakteristik gel agar-agar bersifat rigid, rapuh, mudah dibentuk dan memiliki titik leleh tertentu serta mudah mengalami sineresis (Glicksman, 1983). Kekuatan gel merupakan karakteristik sifat fungsional agar-agar yang sangat penting. Menurut standar Jepang, mutu agar-agar semakin baik dengan meningkatnya kekuatan gel. Standar Jepang mensyaratkan nilai kekuatan gel dalam tiga jenis mutu, yaitu mutu I (300–350 g/cm²), mutu II (200–250 g/cm²) dan mutu III (100–250 g/cm²) dari gel agar-agar (1,5%). Berdasarkan standar Jepang, kekuatan gel agar-agar hasil ekstraksi pada penelitian ini memenuhi syarat mutu I. Menurut FAO (2006), suhu pembentukan gel pada agar-agar yang berasal dari *Gracilaria* sp. adalah 29–42°C dan suhu pelelehannya adalah 76–92°C, dengan perbedaan suhu 23–59°C. Perbedaan antara suhu pelelehan dan pembentukan gel disebut dengan *hysteresis*. Semakin jauh beda antara titik leleh dan titik gel agar-agar, akan memudahkan dalam penggunaannya. Dari hasil analisis, viskositas agar-agar hasil ekstraksi termasuk rendah (101 cPs).

Adapun guar gum, gum arabik, LBG, dan konjak sendiri tanpa penambahan agar-agar tidak membentuk gel, sehingga kekuatan gelnya tidak terdeteksi. Hasil analisis viskositas pada konsentrasi larutan 1,5% untuk gum arabik sekitar 10 cPs, guar gum sekitar 10.000 cPs, LBG sekitar 3.000 cPs, dan konjak sekitar

25.000 cPs. Gum arabik memiliki viskositas rendah, sedangkan konjak, guar gum, LBG memiliki viskositas tinggi. Gum arabik, guar gum, LBG, dan konjak tidak membentuk gel, gum arabik berfungsi sebagai pengental dan penstabil, guar gum berfungsi sebagai pengental, LBG berfungsi sebagai pengental dan konjak berfungsi sebagai pengental dan pembentuk gel (Anon., 2004). Menurut Glicksman & Sand (1973), gum arabik akan menghasilkan viskositas tinggi pada konsentrasi 50% sedangkan jenis gum yang lain akan membentuk larutan yang sangat kental pada konsentrasi rendah (1–5%).

Sifat Fungsional Formula Agar-agar dengan Berbagai Jenis Gum

Sifat gel

Sifat gel hidrokoloid dapat dievaluasi dari kekuatan gel, elastisitas, koefisien elastisitas, dan sineresis. Hasil analisis kekuatan gel, elastisitas, koefisien elastisitas, dan sineresis formula agar-agar dengan berbagai jenis gum disajikan pada Tabel 1–4.

Kekuatan gel

Nilai kekuatan gel agar-agar hasil ekstraksi pada penelitian ini adalah 493 g/cm². Nilai kekuatan gel formula agar-agar dengan gum arabik pada berbagai rasio antara 28–249 g/cm², pada formula agar-agar dengan guar gum berkisar antara 62–287 g/cm², pada formula agar-agar dengan LBG antara 525–864 g/cm², dan pada formula agar-agar dengan konjak antara 728–2011 g/cm².

Tabel 1, menunjukkan bahwa formula agar-agar dengan berbagai jenis gum (gum arabik, guar gum, LBG, dan konjak) membentuk gel untuk semua rasio pada konsentrasi 1,5%. Nilai kekuatan gel formula

agar-agar dengan gum arabik pada semua rasio dan formula agar-agar dengan guar gum lebih rendah dibanding dengan nilai kekuatan gel agar-agar. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan gum arabik maupun guar gum menurunkan kekuatan gel agar-agar. Sedangkan untuk formula agar-agar dengan LBG maupun pada formula agar-agar dengan konjak pada semua rasio lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kekuatan gel agar-agar. LBG dan konjak dapat meningkatkan kekuatan gel agar-agar.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio perbandingan agar-agar dengan jenis gum berpengaruh nyata terhadap nilai kekuatan gel yang dihasilkan. Kekuatan gel tertinggi diperoleh pada formula agar-agar dengan konjak pada rasio 1:1 dengan nilai 2011 g/cm². Kekuatan gel terendah diperoleh pada formula agar-agar dengan gum arabik pada rasio 1:3 dengan nilai 28 g/cm². Nilai kekuatan gel yang rendah pada formula agar-agar dengan gum arabik karena selain gum arabik tidak memiliki sifat pembentuk gel, viskositas gum arabik juga sangat rendah terutama pada konsentrasi yang rendah. Secara umum, dapat dilihat bahwa semakin banyak porsi agar-agar dalam formula maka kekuatan gel cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena agar-agar memiliki sifat pembentuk gel, sedangkan gum memiliki sifat fungsional tidak membentuk gel namun memiliki viskositas tinggi, kecuali gum arabik. Hal ini menunjukkan bahwa formula agar-agar dengan LBG maupun dengan konjak memberikan efek gelasi yang bersifat sinergis.

Elastisitas

Sifat elastis sangat diperlukan pada pembuatan jeli, puding dan permen jeli. Agar-agar mempunyai kemampuan membentuk gel. Gel agar-agar yang dihasilkan bersifat rigid, rapuh, dan sineresis. Menurut

Tabel 1. Kekuatan gel formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 1. Gel strength of agar-agar formula with various gums

Formulasi/Formulation	Kekuatan Gel/Gel Strength (g/cm ²)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	28 ± 4	119 ± 7	249 ± 5
Agar-agar + guar gum	62 ± 5	184 ± 6	287 ± 6
Agar-agar + LBG/	525 ± 12	864 ± 11	745 ± 9
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	728 ± 19	2011 ± 6	1721 ± 6
Agar-agar	493 ± 4		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

Arbuckle & Marshall (2000) untuk menambah elastisitas karaginan dapat ditambahkan gum. Agar-agar dalam aplikasinya dapat dikombinasikan dengan gum. Penambahan LBG dapat memperbaiki tekstur gel menjadi elastis (Anon., 2004).

Hasil analisis elastisitas yang diperoleh disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada formula agar-agar dengan gum arabik dan pada formula agar-agar dengan konjak perlakuan rasio tidak berpengaruh terhadap nilai elastisitas. Sedangkan pada formula agar-agar dengan guar gum dan pada formula agar-agar dengan LBG perlakuan rasio berpengaruh nyata terhadap nilai elastisitas. Pada formula agar-agar dengan guar gum, nilai elastisitas tertinggi yaitu 47,90 mm diperoleh pada rasio 3:1, sedangkan nilai elastisitas terendah diperoleh pada rasio 1:3 yaitu 40,50 mm. Pada formula agar-agar dengan LBG, nilai elastisitas tertinggi yaitu 45,80 mm diperoleh pada rasio 1:1, sedangkan nilai elastisitas terendah yaitu 43,60 mm diperoleh pada

rasio 1:3. Formula agar-agar dengan guar gum pada rasio 3:1 dan formula agar-agar dengan LBG pada rasio 1:1 berpotensi diaplikasikan pada produk jeli, puding dan permen jeli.

Dari hasil analisis yang diperoleh (Tabel 3) koefisien elastisitas yang paling tinggi diperoleh dari formula agar-agar dengan konjak pada rasio 3:1, dengan koefisien elastisitas 41,80 g/cm, diikuti formula agar-agar dengan guar gum 3:1. Untuk formula yang lainnya nilai elastisitasnya lebih rendah.

Sineresis

Sineresis adalah peristiwa keluarnya air dalam gel. Salah satu kesulitan yang dihadapi dalam penyimpanan produk gel adalah terjadinya sineresis. Penyebabnya adalah gel mengalami kontraksi akibat terbentuknya ikatan-ikatan baru antara polimer dari struktur gel. Kontraksi atau pengkerutan ini cenderung mengeluarkan air yang terimmobilisasi di dalam gel.

Tabel 2. Elastisitas gel formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 2. *Elasticity gel of agar-agar formula with various gums*

Formulasi/Formulation	Elastisitas/Elasticity (mm)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	44.80 ± 0.40	46.10 ± 0.70	46.90 ± 1.40
Agar-agar + guar gum	40.50 ± 2.50	47.00 ± 0.40	47.90 ± 0.80
Agar-agar + LBG	43.60 ± 0.30	45.80 ± 0.90	44.60 ± 1.00
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	39.00 ± 0.90	41.80 ± 2.30	42.30 ± 0.50
Agar-agar	45.00 ± 0.70		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

Tabel 3. Koefisien elastisitas formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 3. *Coefficient elasticity of agar-agar formula with various gums*

Formulasi/Formulation	Koefisien Elastisitas/Coefficient Elasticity (g/cm)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	2.90 ± 0.50	9.90 ± 1.30	13.10 ± 1.50
Agar-agar + guar gum	4.70 ± 0.30	18.00 ± 2.80	31.20 ± 2.60
Agar-agar + LBG	20.70 ± 2.10	25.00 ± 2.10	31.00 ± 4.40
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	8.80 ± 1.20	30.60 ± 6.10	41.80 ± 5.90
Agar-agar	56.50 ± 0.40		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

Untuk mengetahui sineresis ini dilakukan pengukuran terhadap perubahan massa (Glicksman, 1983). Semakin tinggi sineresis maka produk tersebut tidak mampu lagi untuk mengikat air sehingga menyebabkan penurunan bobot. Sineresis penting diketahui terkait dengan pemanfaatan untuk berbagai produk, terutama produk pangan semi basah yang menghendaki kandungan air yang lebih tinggi. Sineresis yang rendah menunjukkan bahwa suatu fikokoloid atau kombinasinya memiliki daya ikat air yang kuat, sehingga air akan terperangkap dalam agregat-agregat sehingga dapat mempertahankan bobot produk.

Nilai sineresis formula agar-agar dengan berbagai jenis gum disajikan pada Tabel 4. Nilai sineresis agar-agar hasil ekstraksi sebesar 0,67%. Nilai sineresis formula agar-agar dengan gum arabik pada berbagai rasio antara 0,67–0,91%, formula agar-agar dengan guar gum antara 0,80–0,92%, formula agar-agar dengan LBG antara 0,74–1,06% dan untuk formula agar-agar dengan konjak antara 0,75–1,02%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada formula agar-agar dengan gum arabik dan formula agar-agar dengan guar gum, perlakuan rasio tidak berpengaruh nyata terhadap sineresis gel. Sedangkan pada formula agar-agar dengan LBG dan formula agar-agar dengan konjak perlakuan rasio berpengaruh terhadap nilai sineresis. Nilai sineresis tertinggi diperoleh dari formula agar-agar dengan LBG pada rasio 3:1, sedangkan nilai sineresis terendah diperoleh dari formula agar-agar dengan gum arabik pada rasio 3:1. Pada formula agar-agar dengan LBG dan formula agar-agar dengan konjak, nilai sineresis terendah diperoleh pada rasio 1:1. Fenomena sineresis biasanya dialami oleh setiap gel baik dari hidrokoloid tunggal maupun campuran beberapa hidrokoloid, dimana proses tersebut diawali dengan bergetarnya konformasi yang panjang dari jejaring gel, sehingga

mengkerut dan memeras air di bagian zone ikatan sampai keluar dari matrik gel (Dea, 1979; Bell, 1989). Sineresis gel dapat diperkecil dengan berbagai cara, di antaranya adalah dengan meningkatkan konsentrasi hidrokoloid dan menambahkan senyawa pengikat air seperti gula.

Sifat sineresis yang rendah diperlukan pada produk bakso, nugget, dan produk restrukturisasi. Dari hasil analisis sineresis, formula yang memiliki sineresis terendah adalah formula agar-agar dengan gum arabik pada rasio 3:1 ($0,69 \pm 0,12\%$), diikuti formula agar-agar dengan LBG dan formula agar-agar dengan konjak pada rasio 1:1, masing-masing sebesar $0,74 \pm 0,25\%$ dan $0,75 \pm 0,04\%$. Menurut Arbuckle & Marshall (2000), untuk aplikasi jeli sebaiknya digunakan formula yang memiliki kekuatan gel yang tinggi dan sineresis rendah. Formula yang memiliki sifat fungsional tersebut adalah formula agar-agar dengan konjak atau agar-agar dengan LBG pada rasio 1:1.

Kualitas gel sangat bervariasi tergantung dari jenis hidrokoloid yang digunakan, namun secara umum kekuatan, elastisitas, dan nilai sineresis merupakan parameter umum dari kualitas gel. Pada konsentrasi yang sama, semakin tinggi nilai kekuatan gel dan elastisitas biasanya diikuti oleh nilai sineresis yang semakin rendah, dan gel tersebut dikatakan semakin baik. Berdasarkan parameter tersebut, karakteristik gel yang baik diperoleh dari formula agar-agar dengan LBG pada rasio 1:1.

Kekentalan/Viskositas

Sifat fungsional utama suatu hidrokoloid adalah dapat meningkatkan kekentalan sistem cairan dan menghasilkan gel (Harvey, 1960 *dalam* Artha, 2001). Hasil pengamatan viskositas disajikan pada Tabel 5. Nilai viskositas agar-agar hasil ekstraksi pada

Tabel 4. Sineresis formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
Table 4. Syneresis of agar-agar formula with various gums

Formulasi/Formulation	Sineresis/Syneresis (%)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	0.91 ± 0.25	0.91 ± 0.14	0.69 ± 0.12
Agar-agar + guar gum	0.81 ± 0.16	0.80 ± 0.09	0.92 ± 0.09
Agar-agar + LBG	0.90 ± 0.17	0.74 ± 0.25	1.06 ± 0.06
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	1.02 ± 0.03	0.75 ± 0.04	0.84 ± 0.13
Agar-agar	0.67 ± 0.11		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

Tabel 5. Viskositas formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 5. Viscosity of agar-agar of formula with various gums

Formulasi/Formulation	Viskositas/Viscosity (cPs)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	19 ± 0.40	27 ± 2.30	36 ± 1.50
Agar-agar + guar gum	1.880 ± 45.10	1212 ± 20.50	210 ± 20.50
Agar-agar + LBG	1.610 ± 14.80	448 ± 26.90	141 ± 7.00
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	5.380 ± 27.10	2.209 ± 40.50	471 ± 24.80
Agar-agar	101 ± 11.00		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

penelitian ini sebesar 101 cPs. Nilai viskositas formula agar-agar dengan gum arabik pada semua rasio antara 19–36 cPs, formula agar-agar dengan guar gum antara 210–1.880 cPs, formula agar-agar dengan LBG antara 141–1.610 cPs, dan formula agar-agar dengan konjak berkisar antara 471–5.380 cPs.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan rasio formula berpengaruh nyata terhadap viskositas formula. Nilai viskositas formula agar-agar dengan gum arabik lebih rendah dibandingkan dengan nilai viskositas agar-agar. Sedangkan untuk formula agar-agar dengan guar gum, formula agar-agar dengan LBG maupun formula agar-agar dengan konjak nilai viskositasnya lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas agar-agar. Pada formula agar-agar dengan konjak diperoleh nilai viskositas tertinggi dengan nilai viskositas sebesar $5.380 \pm 27,10$ cPs pada rasio 1:3, sedangkan pada formula agar-agar dengan gum arabik diperoleh nilai viskositas terendah $19 \pm 0,40$ cPs pada rasio 1:3.

Hasil analisis viskositas menunjukkan bahwa semakin besar porsi guar gum, LBG, dan konjak, semakin tinggi nilai viskositas. Hal ini menunjukkan bahwa agar-agar memiliki sinergisme dengan guar gum, LBG, dan konjak dalam hal sifat fungsional viskositas. Agar-agar memiliki sifat fungsional viskositas rendah, sedangkan guar gum, LBG, dan konjak memiliki sifat fungsional viskositas tinggi (Anon., 2004). Dengan demikian penambahan guar gum, LBG dan konjak pada agar-agar dapat meningkatkan nilai viskositas. Sementara itu, gum arabik memiliki sifat fungsional viskositas rendah, sehingga penambahan gum arabik pada agar-agar akan menurunkan viskositas. Melihat kecenderungan nilai viskositas pada kombinasi agar-agar dengan berbagai jenis gum terjadi sinergisme yang saling meningkatkan satu sama lain kecuali kombinasi agar-

agar dengan gum arabik yang cenderung menurunkan viskositas. Hal ini disebabkan karena gum arabik memiliki viskositas yang rendah sehingga akan memperlemah satu sama lain.

Sifat fungsional viskositas merupakan salah satu sifat hidrokoloid yang penting dalam kaitannya dengan aplikasinya pada produk pangan dan non pangan. Pada umumnya produk pangan memerlukan hidrokoloid yang memiliki viskositas yang tidak terlalu tinggi, sedangkan produk non pangan (tekstil, cat, kosmetik) membutuhkan viskositas tinggi. Viskositas yang tinggi dibutuhkan sebagai bahan pengental, seperti untuk pengental pasta pewarna tekstil (Miller & Whisler, 1973). Formula agar-agar dengan konjak dan formula agar-agar dengan guar gum memiliki viskositas tinggi, namun demikian guar gum lebih banyak digunakan sebagai bahan pengental karena harganya lebih murah daripada konjak.

Titik leleh dan titik gel

Nilai titik leleh agar-agar hasil ekstraksi pada penelitian ini sebesar 56°C. Nilai titik leleh formula agar-agar dengan gum arabik pada berbagai rasio antara 48–56°C. Nilai titik leleh formula agar-agar dengan guar gum antara 52–55°C. Formula agar-agar dengan LBG mempunyai nilai titik leleh antara 56–57°C. Sedangkan untuk formula agar-agar dengan konjak nilai titik lelehnya antara 55–58°C. Hasil pengukuran titik leleh dan titik gel agar-agar dan formula agar-agar dengan berbagai jenis gum disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan rasio agar-agar dengan gum berpengaruh terhadap titik leleh dan titik gel formula yang dihasilkan. Titik leleh formula agar-agar dengan berbagai jenis gum antara 48–58°C. Titik leleh tertinggi

Tabel 6. Titik leleh formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 6. *Melting point of agar-agar formula with various gums*

Formulasi/Formulation	Titik Leleh/Melting Point (°C)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	48 ± 0.30	54 ± 1.10	56 ± 0.30
Agar-agar + guar gum	55 ± 1.20	54 ± 0.60	52 ± 0.60
Agar-agar + LBG	57 ± 2.20	56 ± 0.40	56 ± 1.50
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	58 ± 0.70	58 ± 0.10	55 ± 0.80
Agar-agar	56 ± 0.30		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

Tabel 7. Titik gel formula agar-agar dengan berbagai jenis gum
 Table 7. *Gelling point of agar-agar formula with various gums*

Formulasi/Formulation	Titik Gel/Gelling Point (°C)		
	Rasio/Ratio 1:3	Rasio/Ratio 1:1	Rasio/Ratio 3:1
Agar-agar + gum arabik/ Agar-agar + arabic gum	33 ± 0.20	35 ± 0.30	32 ± 0.40
Agar-agar + guar gum	42 ± 0.80	33 ± 0.20	33 ± 0.30
Agar-agar + LBG	38 ± 0.60	36 ± 0.20	35 ± 0.50
Agar-agar + konjak/ Agar-agar + konjac	45 ± 1.20	40 ± 0.30	39 ± 1.20
Agar-agar	33 ± 0.30		

Keterangan/Note: LBG = Locust Bean Gum

diperoleh dari formula agar-agar dengan konjak pada rasio 1:1 (58°C), sedangkan titik leleh terendah diperoleh pada formula agar-agar dengan gum arabik pada rasio 1:3 (48°C). Titik gel formula agar-agar dengan berbagai jenis gum antara 33–45°C. Titik gel tertinggi diperoleh pada formula agar-agar dengan konjak pada rasio 1:3 (45°C), sedangkan titik gel terendah diperoleh pada formula agar-agar dengan gum arabik pada rasio 3:1 (32°C). Informasi tentang titik leleh dan titik gel diperlukan dalam aplikasi produk pada penyimpanan beku, seperti aplikasi es krim. Formula agar-agar dengan gum arabik yang memiliki titik gel terendah dapat digunakan sebagai bahan penstabil pada produk es krim.

KESIMPULAN

Penambahan LBG dan konjak dapat meningkatkan kekuatan gel agar-agar. Rasio terbaik untuk formula agar-agar dengan konjak dalam meningkatkan kekuatan gel adalah 1:1 yang mampu meningkatkan kekuatan gel agar-agar dari 493 g/cm² menjadi 2.011

g/cm², sedangkan dengan LBG meningkat menjadi 864 g/cm². LBG dan konjak memiliki efek sinergisme dalam meningkatkan kekuatan gel. Dengan penambahan guar gum pada rasio 3:1 elastisitas gel dapat ditingkatkan dari 45 mm menjadi 47,90 mm. Penambahan guar gum, LBG, dan konjak dapat meningkatkan viskositas agar-agar. Guar gum, LBG, dan konjak memiliki efek sinergisme dalam meningkatkan viskositas. Penambahan guar gum, LBG, dan konjak pada rasio 1:3 dapat meningkatkan viskositas masing-masing menjadi 1880, 1610, dan 5380 cPs. Penambahan gum arabik rasio 1:3 mampu menurunkan titik leleh dari 56°C menjadi 48°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Angalet, S.A. 1986. Evaluation of the voland-stevens LFRA texture analyzer for measuring the strength of pectin sugar jellies. *J. Text. Stud.* (11): 87–96.
- Angka, S.L. dan Suhartono, M.T. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 149 pp.

- Anonymous. 2002^a. Guar gum, FAO Prepared at the 46th JECFTA. http://apps3.fao.org/jecfta/additive-specs/docs/4/additive_0623.htm. Diakses pada bulan Januari 2010.
- Anonymous. 2002^b. Konjac, FAO Prepared at the 46th JECFTA., http://apps3.fao.org/jecfta/additive-specs/docs/4/additive_0623.htm. Diakses pada bulan Januari 2010.
- Anonymous. 2004. Properties, manufacture and application of seaweed polysaccharides –agar, carrageenan and algin. <http://fao.org/docrep/field/003/AB730E00.htm>. Diakses pada tanggal 11 Mei 2004.
- Anonim. 2008. Locust bean gum. http://en.wikipedia.org/wiki/Locust_bean_gum. Diakses pada Januari 2010.
- Arbuckle, W.S. and Marshall, R.T. 2000. *Ice Cream*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. 349 pp.
- Armisen, R. and Galatas, F. 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. Madrid: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 433 pp.
- Artha, N. 2001. *Isolasi dan Karakterisasi Sifat Fungsional Komponen Pembentuk Gel Cincin Hijau (Cyclea barbata L. Miers)* [disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Bell, A.E. 1989. *Gel Structure and Food Biopolymers*. Departement of Food Science and Technology, University of Reading. UK. p. 251–273.
- Casas, J.A. and Garchia-Ochoa, F. 1999. Viscosity of solutions of xanthan/locust bean gum mixtures. *J. The Sci. of Food & Agric.* 79: 25–31.
- Dea, I.C.M. 1979. *Interaction of Ordered Polysaccharide Structure Synergism and Freeze-Thaw Phenomena*, Unilever Res. Sharnborke-Belford.
- FAO. 2006. Seaweed. www.fao.org/fisheries/seaweed. Diakses pada Februari 2006.
- Fry, J.C. and Hudson, J.B. 1983. *Development of A Penetrometer Test of The Gel of Jam*. Research report. The British food Manufac. Indust. Res. Assoc.
- Glicksman, M. 1983. *Food Hydrocolloids*. Florida: Volume II. CRS Press, Inc.
- Glicksman, M. and Sand, R.E. 1973. Gum arabic. In Whistler R.L. and BeMiller J.N. (eds.). *Industrial Gum*. Academic Press, London.
- Gregory, D.J.H. 1986. *The Functional Properties of Pectins In Various Food Systems*. Elsevier Appl. Sci. Pub. London. p. 210–225.
- Hernandez, M.J. 2001. Viscous synergism in carrageenans and locust bean gum mixtures: Influence of adding sodium carboxymethylcellulose. *Food Science and Technology International*. 7(5): 383–391.
- Hoefler, A.C. 2004. *Hydrocolloids*. Eagan Press st. Pane. Minnesota. USA. 111 pp.
- Marinho-Soriano, E. and Bourret E. 2003. Effects of season on the yield and quality of agar from Gracilaria species (*Gracilariaceae*, Rhodophyta). *J. Bio Tech.* 90: 329–333.
- Merory, J. 1960. Food flavouring-composition, manufacture and use. In Glicksman (ed.). *Gom Technology in Food Industry*. Acad. Press. New York.
- Miller, J.N. and Whistler, R.L. 1973. *Industrial Gum: Polysaccharides and Their Derivates/2nd Edition*. Academic Press, New York. 807 pp.
- Murdinah dan Sinurat, E. 2010. Karakteristik sifat fungsional hidrokoloid campuran alginat dan gum. *Prosiding Seminar Nasional Rumput Laut dan Minisimposium Mikroalgae II*. Ikatan Fikologi Indonesi (IFI). Jakarta 18-19 Mei 2010. 10 pp.
- Pereira-Pacheco, F., Robledo, D., Rodriguez-Carvajal L., and Freile-Pelegrin, Y. 2007. Optimization of native agar extraction from *Hydropuntia cornea* from Yucatan, Mexico. *Bioresource Technology*. 98: 1278–1284.
- Sinurat, E., Murdinah, dan Utomo, B.S.B. 2006. Sifat fungsional formula kappa dan iota karaginan dengan gum. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1(1): 1–8.
- Utomo, B.S.B., Irianto, H.E., Murdinah, Subaryono, Lestari, D., dan Sinurat, E. 2004. Riset formulasi dan karakterisasi sifat fungsional campuran fikokoloid sebagai pengganti gelatin. *Laporan Teknis Pengembangan Produk Fikokoloid sebagai Substitusi Pengganti Gelatin*. Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta. p. 8–35.