

EKSTRAKSI NATIVE AGAR DARI RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. DENGAN AKSELERASI ULTRASONIKASI PADA SUHU RENDAH

Uju^{1,2*}, Joko Santoso¹, Wahyu Ramadhan¹, Muhammad Fakhri Abrory¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat

²Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC), Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat
Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: ujusadi@gmail.com

Diterima: 19 September 2018 /Disetujui: 30 November 2018

Cara sitasi: Uju, Santoso J, Ramadhan W, Abrory MF. 2018. Ekstraksi *native* agar dari rumput laut *Gracilaria* sp. dengan akselerasi ultrasonikasi pada suhu rendah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 414-422.

Abstrak

Gracilaria sp. merupakan salah satu rumput laut penghasil agar yang sangat potensial. Proses ekstraksi agar secara konvensional dilakukan pada suhu tinggi (80-100°C) serta waktu 2-3 jam, sehingga memerlukan energi yang tinggi. Salah satu metode alternatif untuk mengurangi energi ekstraksi adalah dengan bantuan gelombang ultrasonik (ultrasonikasi). Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh suhu dan waktu ultrasonikasi pada ekstraksi agar terhadap nilai rendemen dan karakteristik agar yang dihasilkan. Agar diekstraksi dengan sonikasi pada suhu 50 atau 60°C, selama 45 atau 60 menit. Agar yang diperoleh diukur rendemen, viskositas dan derajat putihnya. Efisiensi energi dianalisis dengan menghitung rasio energi yang dibutuhkan terhadap jumlah agar yang dihasilkan. Penggunaan ultrasonikasi berpengaruh nyata dalam meningkatkan rendemen, dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi input yang digunakan. Karakteristik agar terpilih dengan perlakuan suhu ekstraksi 60°C selama 60 menit memiliki rendemen 12,45%, viskositas 35,8 cP, derajat putih 50,96%, kadar air 12,59%, kadar abu 7,07%, kadar sulfat 3,67% dan kekuatan gel 108,03 g/cm². Agar yang dihasilkan termasuk *native* agar berkekuatan gel rendah.

Kata kunci: energi rendah, rendemen tinggi, waktu singkat

Extraction of native agar from Gracillaria sp with ultrasonic acceleration at low temperature

Abstract

Gracilaria sp. is a potential agar-producing seaweed. The agar is conventionally extracted at high temperature (80-100°C) for 2-3 hours, requiring a lot of energy. Ultrasonication-assisted extraction method removes the requirement of high temperatures and shortening the extraction time, thus reduces the energy cost during extraction process. This study was aimed to determine the effects of temperatures (50 and 60°C) and times (45 and 60 minutes) of ultrasonication on the yield and properties of the produced agar. Energy efficiency was also calculated based on the ratio of energy required with the amount of agar produced. The ultrasonication significantly increased the yield and energy efficiency. The selected treatment was the extraction with temperature 60°C for 60 minutes producing agar with the yield of 12.45%, viscosity of 35.8 cP, white degree of 50.96%, moisture content of 12.59%, ash content of 7.07%, sulfate content 3.67% and gel strength 108.03 g/cm². Agar produced with the selected treatment was grouped as native agar with low gel strength.

Keywords: high yield, low energy, short time

PENDAHULUAN

Agar merupakan suatu hidrokoloid polisakarida kompleks yang tersusun atas disakarida berulang dengan unit 3-linked β -D-galactopyranosyl (G) dan 4-linked 3,6 anhydro- α -L-galactopyranosyl (Praiboon *et al.* 2006) yang dapat diperoleh dari rumput laut dari famili Gelidiaceae and Gracilariaceae (Li *et al.* 2008). Agar banyak digunakan dalam berbagai industri makanan, farmasi, dan kosmetik untuk bahan pengental (*thickener*), stabilisator (*stabilizer*), dan pengemulsi (*emulsifying agent*), dalam industri kosmetik agar digunakan untuk bahan salep, krem, sabun dan pembersih muka atau lotion. Agar juga banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri kertas, tekstil, fotografi, odol, pengalengan ikan (Itung dan Marthen 2003).

Agar diproduksi melalui beberapa tahapan proses yaitu proses pencucian rumput laut, pemucatan, ekstraksi, penyaringan, penjendalan, dan pengeringan (Villanueva *et al.* 2010). Proses ekstraksi tersebut banyak menggunakan bahan kimia dan kondisi ekstraksi yang cukup ekstrim. Umumnya untuk meningkatkan kekuatan gel agar proses ekstraksi menggunakan larutan alkali dengan tujuan untuk mengurangi jumlah sulfat, selain hal tersebut, suhu pada proses ekstraksi agar cukup tinggi berkisar antara 80-100°C dengan waktu berkisar antara 2-3 jam (Leija *et al.* 2009; Kusuma *et al.* 2013). Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu metode alternatif dalam produksi agar yang ramah lingkungan serta agar yang dihasilkan memiliki rendemen tinggi dengan kualitas yang dihasilkan baik. Penambahan gelombang ultrasonik (ultrasonikasi) pada proses ekstraksi agar merupakan salah satu metode alternatif yang dapat digunakan. Gelombang ultrasonik pada proses ekstraksi dapat menimbulkan fenomena kavitasi. Fenomena ini akan menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis (Liu *et al.* 2010), sehingga ultrasonikasi diharapkan dapat mengurangi penggunaan suhu yang tinggi dan mereduksi waktu proses. Falleh *et al.* (2012) melaporkan ultrasonikasi dapat meningkatkan transfer

masa dan mempercepat difusi melalui membran.

Penggunaan ultrasonikasi telah banyak dilakukan dan dilaporkan pada berbagai ekstraksi bahan alam, misalnya ekstraksi antioksidan dari daun jenis *Folium eucommiae* (Liu *et al.* 2010), ekstraksi fikobiliprotein dari *Gracilaria lemaneiformis* (Liu *et al.* 2013), depolimersisasi karaginan (Uju *et al.* 2018) dan ekstraksi polisakarida bersulfat dari *Gracilaria birdiae* (Fidelis *et al.* 2014). Sejauh pengetahuan kami, penggunaan ultrasonikasi pada ekstraksi agar tanpa perlakuan alkali (*native* agar) masih belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh suhu dan waktu pada proses ekstraksi dengan bantuan ultrasonikasi terhadap karakteristik agar yang dihasilkan, serta membandingkan kualitas agar yang dihasilkannya dengan agar yang dihasilkan melalui metode konvensional (tanpa ultrasonikasi)

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang pada penelitian ini yaitu rumput laut kering jenis *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari Desa Lontar, Kecamatan Tirtayasa Kabupaten Banten dengan umur panen 50-60 hari. Bahan-bahan yang digunakan pada proses ekstraksi dan karakterisasi agar antara lain akuades, asam asetat 3%, CaO 0,5% (kapur tohor), KCl, HCl, H₂O₂, BaCl₂, AgNO₃ (Merck). Alat yang digunakan untuk proses ekstraksi adalah ultrasonic batch (DSA100, 200W, China), dan *energy meter* (DEM-1499, China).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu preparasi rumput laut *Gracilaria* sp., pemucatan, dan *pretreatment* (perendaman asam). Tahap kedua yaitu ekstraksi agar dari *Gracilaria* sp. dengan akselerasi gelombang ultrasonik. Tahap terakhir yaitu karakterisasi agar meliputi penghitungan rendemen, pengukuran viskositas, derajat putih, kebutuhan energi, kadar air, kadar abu, kadar sulfat dan kekuatan gel. Kami juga melakukan analisis kebutuhan energi untuk mendapatkan perlakuan terpilih.

Preparasi, pemucatan dan *pretreatment* rumput laut (Utomo 2006)

Rumput laut kering disortir dan dibersihkan dari semua kotoran yang menempel antara lain, pasir, kerang, sisa garam, dan zat pengotor lainnya dengan cara dicuci secara berulang hingga tidak menyisakan kotoran. Rumput laut dipucatkan (*bleached*) dengan cara direndam dalam larutan CaO 0,5% selama 90 menit. Proses penetralan dilakukan dengan cara mencuci rumput laut dalam air mengalir. Proses selanjutnya adalah *pretreatment*, merendam rumput laut dalam 1,2 L asam asetat 3% selama 1 jam. Rumput laut dicuci bersih hingga mencapai pH netral. Rumput laut kemudian dibuburkan dengan *blender* untuk memudahkan proses ekstraksi.

Ekstraksi agar

Ekstraksi dilakukan dalam *ultrasonic water bath* yang dilengkapi dengan pemanas dan pengatur waktu. Ekstraksi agar dilakukan pada frekuensi 40 kHz pada suhu 50 atau 60°C selama 45 atau 60 menit. Proses pemisahan dan perlakuan lanjut untuk memperoleh agar mengacu pada Utomo (2006). Pelarut ekstraksi yang digunakan yaitu akuades dengan perbandingan rumput laut kering dan akuades 1:20. Bubur rumput laut yang diperoleh disaring dengan kain blacu. Filtrat didapat ditambahkan 2% KCl dari berat kering rumput laut kering. Filtrat dibiarkan menjedat selama semalam, kemudian dibekukan pada suhu -10°C selama 24 jam untuk memurnikan agar yang diperoleh, filtrat yang telah dibekukan dicairkan kembali pada suhu ruang. Fase padat dari filtrat (agar murni) dikeringkan dalam oven pada suhu 40-50°C selama 18 jam.

Agar kering yang diperoleh dilakukan karakterisasi meliputi rendemen, viskositas, dan derajat putih. Agar perlakuan terpilih dikarakterisasi meliputi kadar air, abu, sulfat, kekuatan gel dan dibandingkan dengan kontrol, agar yang diperoleh tanpa ultrasonikasi.

Prosedur Analisis

Prosedur analisis yang dilakukan meliputi, yaitu: 1) Rendemen agar, 2) viskositas, 3) derajat putih, 4) pengukuran energi, 5) analisis

kadar air (BSN 2010), 6) analisis kadar abu (BSN 2010), 7) analisis kadar sulfat, dan 8) kekuatan gel.

Rendemen agar

Rendemen dihitung dengan membandingkan berat kering antara agar yang diperoleh dengan berat rumput laut yang digunakan. Formula rendemen dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat agar kering}}{\text{Berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

Analisis kadar sulfat

Kadar sulfat agar dilakukan dengan menimbang sampel 1 g ke elenmeyer dan ditambahkan 50 mL HCl 0,2 N kemudian direfluks sejam. Sampel ditambahkan 25 mL larutan H₂O₂ 10% dan direfluks selama 5 jam. Larutan BaCl₂ 10 mL dimasukkan saat larutan jernih dan dipanaskan selama 2 jam. Sampel yang telah direfluks disaring dengan kertas *Whatmann* No. 42. Kertas saring dibilas dengan aquades hingga bebas sulfat (tidak berwarna larutan saat ditetesi AgNO₃). Kertas saring beserta endapan yang telah bebas sulfat diabukan dalam cawan menggunakan furnace 1000°C selama 5 jam lalu ditimbang. Analisis kadar sulfat mengacu pada metode AOAC (1995). Perhitungan kadar sulfat menggunakan rumus:

$$\text{Kadar sulfat (\%)} = \frac{\text{Berat cawan akhir} - \text{berat cawan kosong}}{\text{Berat sampel}} \times 0,4116 \times 100\%$$

Viskositas

Sampel sebanyak 1,5 g dilarutkan dalam 100 ml akuades. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam wadah dan diukur viskositasnya menggunakan *Viscometer Brookfield* TV-10 dengan kecepatan 60 rpm pada suhu 80°C. Viskositas dinyatakan dalam satuan *centipoise* (cP). Analisis viskositas mengacu pada metode (Istini *et al.* 1994).

Derajat putih

Sampel dipersiapkan terlebih dahulu dengan menggunakan wadah berlatar belakang putih. Kemudian sampel yang akan diamati warnanya diletakkan pada wadah. *Color analyzer* dinyalakan menggunakan sistem R, G, B 10 bit. Setelah itu ujung reseptor

ditempelkan tepat pada sampel hingga lampu menyala. Nilai RGB yang didapat kemudian dikonversi menjadi nilai L^* , a^* , b^* . Analisis derajat putih mengacu pada metode (Gelarch *et al.* 2002). Rumus perhitungan derajat putih agar yaitu:

$$\text{Derajat putih (\%)} = 100 - [(L-100)^2 + a^2 + b^2]^{0,5}$$

Analisis kekuatan gel

Larutan agar-agar disiapkan dengan konsentrasi 1,5% kemudian dipanaskan selama 10 menit sambil diaduk. Bobot total sebelum dan sesudah pemanasan dijaga konstan. Larutan panas dimasukkan ke dalam cetakan yang berdiameter 5 cm dengan tinggi 3 cm. Larutan agar-agar dibiarkan membentuk gel selama semalam. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Texture Analyzer* model TA-XT2i. Kekuatannya dinyatakan dalam satuan g/cm^2 . Analisis kekuatan gel mengacu pada metode (Lee *et al.* 2016).

Pengukuran energi

Besar energi yang digunakan selama proses ekstraksi diukur menggunakan *energy meter* (DEM-1499). Alat ultrasonik dihubungkan dengan *energy meter* setelah suhu alat sesuai dengan suhu yang diinginkan, kemudian *energy meter* dihubungkan ke sumber listrik, sehingga besarnya energi listrik yang digunakan dapat terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Agar

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam produksi agar. Rendemen agar yang dihasilkan berkisar antara 7,27-12,45%. Rendemen semakin meningkat dengan semakin meningkatnya suhu dan waktu ekstraksi. Adanya proses penambahan akselerasi ultrasonikasi (US) juga dapat meningkatkan nilai rendemen agar yang diperoleh, pada suhu yang sama yaitu 60°C, proses ekstraksi dengan akselerasi ultrasonikasi menghasilkan 2,32% lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen agar yang dihasilkan tanpa ultrasonikasi. Hasil rendemen yang dihasilkan proses konvensional (tanpa ultrasonikasi) identik dengan rendemen yang diperoleh dengan proses akselerasi pada suhu

rendah (suhu 50°C, selama 60 menit) atau dilakukan suhu yang sama dalam waktu yang lebih singkat yaitu suhu 60°C, selama 45 menit (*Figure 1*). Rendemen agar yang tertinggi dari proses ultrasonikasi pada penelitian ini sudah mendekati dengan nilai rendemen agar yang dihasilkan dengan cara konvensional suhu ekstraksi yang lebih tinggi dan waktu lebih lama, yaitu suhu 80°C selama 2 jam dengan rendemen 13,33% (Praiboon *et al.* 2006). Penggunaan gelombang ultrasonik diduga dapat mempercepat proses difusi energi panas melalui dinding sel dan dinding sel akan lebih mudah mengalami kerusakan (Chemat *et al.* 2017; Mittal *et al.* 2017), kondisi tersebut diduga dapat menyebabkan pelarut mampu lebih mudah masuk ke dalam sel rumput laut dan cepat dalam mengekstrak agar.

Viskositas

Viskositas agar yang dihasilkan berkisar antara 38,80-43,25 cP (*Figure 2*). Viskositas agar pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan agar komersial yaitu 25,33 cP (Yarnpakdee *et al.* 2015). Agar dengan viskositas cukup tinggi dimanfaatkan sebagai bahan pengental misalnya dalam makanan, sabun, krim, sampo, dan *lotion* (Kojima *et al.* 1996; Pacheco *et al.* 2007).

Penambahan akselerasi ultrasonikasi dalam ekstraksi agar dapat sedikit menurunkan nilai viskositas. Hal ini mengindikasikan bahwa ultrasonikasi dapat menyebabkan depolimerisasi molekul agar yang berakibat pada penurunan nilai viskositas agar yang dihasilkan. Fenomena yang sama telah dilaporkan oleh Sanchez *et al.* (2013) pada ekstraksi karaginan.

Viskositas agar tanpaknya akan lebih rendah lagi jika dilakukan pada kondisi suhu ekstraksi yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena agar merupakan senyawa yang berbentuk polimer rantai panjang yang mudah sekali terdegradasi. Jika semakin tinggi suhu ekstraksi maka banyak rantai panjang agar yang terdegradasi menjadi rantai pendek sehingga menyebabkan viskositas turun. Fenomena yang serupa juga terjadi pada proses ekstraksi hidrokoloid secara konvensional yang dilaporkan oleh

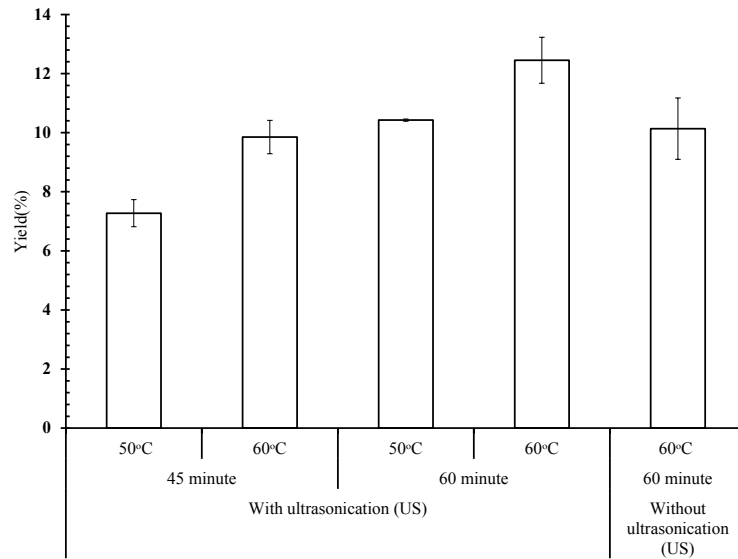


Figure 1 The effect of extraction treatments on yield of agar

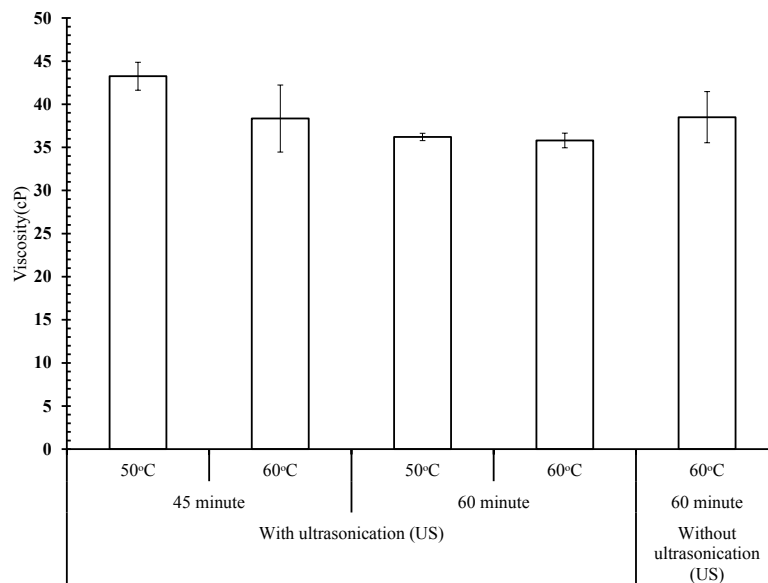


Figure 2 The effect of extraction treatments on viscosity of agar

Jayanudin *et al.* (2014) pada ekstraksi alginat dan Pacheco *et al.* (2007) pada ekstraksi agar.

Derajat Putih

Pembuatan tepung agar pada penelitian ini menggunakan perlakuan *bleaching* dengan CaO (kapur tohor) 0,5%. Proses *bleaching* bertujuan untuk memucatkan warna dari rumput laut sehingga dapat menghasilkan agar dengan warna yang lebih putih. Agar

yang dihasilkan memiliki warna yang hampir serupa dengan nilai 50,32-54,40% dengan kisaran nilai *a** dan *b** masing-masing 1,51-4,02 dan 14,29-23,61 (*Table 1*). Nilai derajat putih yang tidak berbeda nyata dapat disebabkan penggunaan konsentrasi bahan pemutih dan waktu pemucatan yang sama serta waktu pengeringan relatif sama. Penelitian Krokida *et al.* (2001) melaporkan bahwa penggunaan oven dalam proses

pengeringan menyebabkan warna bahan menjadi lebih cokelat dibandingkan dengan alat pengering lainnya seperti *freeze dryer* atau *spray dryer*. Nilai derajat putih pada penelitian ini masih lebih rendah dibandingkan derajat putih agar komersial yaitu 79% dengan nilai a^* dan b^* masing-masing yaitu 1,68 dan 13,38.

Kebutuhan Energi

Ekstraksi merupakan salah satu tahapan dalam proses produksi agar yang memerlukan energi yang cukup tinggi. Penggunaan energi pada proses ekstraksi menjadi salah satu faktor dalam penentuan biaya tepung agar yang dihasilkan. Hasil kajian rasio input energi dengan agar yang dihasilkan terlihat bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi maka energi yang digunakan akan semakin tinggi pula (*Table 2*). Penggunaan ultrasonikasi menyebabkan penambahan energi sebesar 10-20 Wh. Peningkatan input energi tersebut disebabkan kebutuhan energi tambahan untuk membangkitkan gelombang ultrasonik.

Analisis rasio energi per gram agar (A/B) yang dihasilkan, terlihat bahwa secara umum pemanfaatan ultrasonikasi mampu menurunkan nilai rasio energi per gram agar (kecuali pada perlakuan suhu 45°C selama 45 menit). Hal tersebut menunjukkan efisiensi dan efektifitas proses yang lebih baik yang diindikasikan dengan semakin meningkatnya jumlah agar yang dihasilkan. Sebagai contoh, pada pengeluaran energi input yang sama (100 Wh) pada perlakuan kontrol dan ekstraksi dengan ultrasonikasi waktu yang sama tapi pada suhu yang lebih rendah (50°C) menghasilkan (Wh/g) 15,98. Nilai tersebut lebih baik dari perlakuan kontrol yaitu 16,45. Lebih jauh, pada kondisi suhu dan waktu ekstraksi yang sama (suhu 60°C, selama 60 menit), penambahan ultrasonikasi dapat menghasilkan jumlah agar yang lebih banyak (7,47 g vs 6,08 g) dengan rasio A/B yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan perlakuan ekstraksi tanpa ultrasonik (14,73 Wh/g vs 16,45 Wh/g). Berdasarkan nilai A/B diatas diperoleh bahwa perlakuan

Table 1 Appearance of agar

Parameter	Without ultrasonication		With ultrasonication		
	Temp. 60°C		Temp. 50°C		Temp. 60°C
	60 minute	45 minute	60 minute	45 minute	60 minute
Whiteness (%)	51.90±1.69	50.32±0.83	54.40±1.56	53.94±3.34	50.96±1.21
a^*	1.51±0.82	2.52±0.24	3.61±1.15	4.02±1.15	1.66±0.44
b^*	14.30±0.24	14.29±0.71	23.61±0.27	17.27±1.32	20.65±1.95

Table 2 Analysis of energy requirement

Parameter	without ultrasonication		With ultrasonication		
	Temp. 60°C		Temp. 50°C		Temp. 60°C
	60 minute	45 minute	60 minute	45 minute	60 minute
A = Energi (Wh)	100	80	100	90	110
B = Output agar (g)	6.08	4.37	6.26	5.88	7.47

terbaik (terpilih) adalah ekstraksi dengan ultrasonikasi pada suhu 60°C, selama 60 menit karena memiliki nilai A/B terendah. Perlakuan 60°C, selama 60 menit merupakan perlakuan terpilih yang kondisi proses ekstraksinya digunakan untuk proses ekstraksi dan agar yang dihasilkan dikarakterisasi.

Karakteristik Perlakuan Terpilih

Agar yang dihasilkan pada perlakuan terpilih (60°C, 60 menit + ultrasonikasi) karakteristik agarnya dibandingkan dengan karakteristik perlakuan kontrol (60°C, 60 menit, tanpa ultrasonik). Karakteristik parameter agar yang diuji meliputi kadar air, abu, sulfat dan kekuatan gel. Hasil karakterisasi disajikan pada *Table 3*.

Parameter kadar air dan kadar abu agar yang dihasilkan telah memenuhi standar persyaratan SNI-2802-2015 tentang mutu tepung agar (BSN 2015). Kadar air perlakuan terpilih tidak berbeda signifikan dengan metode konvensional (*alkali treatment*). Adanya perlakuan ultrasonikasi pada ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air agar dan kadar abu ($p > 0,05$).

Kadar sulfat dan kekuatan gel merupakan parameter yang penting yang saling berkaitan. Perlakuan perlakuan tanpa ultrasonikasi menghasilkan kadar sulfat yaitu 4,15% sedangkan agar yang diekstrak dengan bantuan ultrasonikasi kadar sulfatnya sedikit menurun yaitu 3,67%. Kecendrungan yang berlawanan diperoleh pada parameter kekuatan gel. Kekuatan gel yang dihasilkan oleh agar dengan bantuan ultrasonikasi relatif lebih tinggi dibanding dengan perlakuan tanpa ultrasonikasi (108,03 vs 95,48 g/cm²).

Fenomena yang serupa juga dilaporkan oleh Villanueva *et al.* (2010). Kekuatan gel pada penelitian ini mendekati hasil penelitian Yarnpakdee *et al.* (2015), namun lebih rendah dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Priaboon *et al.* (2006). Hal tersebut terjadi karena Priaboon *et al.* 2006 menggunakan ekstraksi alkali sedangkan dalam penelitian ini proses ekstraksi hanya menggunakan air. Proses ekstraksi dengan alkali dapat mengkatalisis gugus 6-sulfat dari unit galaktopiranososa sehingga kandungan sulfat dari agar menjadi lebih rendah (Armisen dan Galatas 2009).

Agar dengan kekuatan gel rendah (20-200 g/cm²) banyak digunakan dalam proses pembuatan kertas, lem, dan cat. Aplikasi agar berkekuatan gel rendah dalam bidang pangan sangat potensial karena dapat menghasilkan produk dengan menghasilkan rasa yang baik tanpa lengket, tekstur lembut, sifat penahan bentuk yang baik, kaya akan serat, berkalori rendah, serta dapat menciptakan produk alami dengan tingkat keamanan tinggi. Agar dengan kekuatan gel rendah memungkinkan untuk memasukkan banyak mineral alami, memberi kelembaban pada kulit, menghaluskan dan membersihkan kulit, serta sangat baik tidak hanya dalam sifat pengental tetapi juga permeabilitas sehingga banyak diterapkan dalam bidang kosmetik (Kojima *et al.* 1996).

KESIMPULAN

Tambahan ultrasonikasi pada ekstraksi agar dapat meningkatkan rendemen agar namun dapat menurunkan viskositas agar. Perlakuan suhu dan waktu ekstraksi memberi pengaruh terhadap rendemen dan viskositas

Table 3 Characteristics of selected treatment of agar

Parameter	Without ultrasonication 60°C, 60 min.	With ultrasonication 60°C, 60 min.	Indonesian Standard 2802-2015
Moisture (%)	13.79±0.64 ^a	12.59±0.08 ^a	22
Ash (%)	6.92±0.08 ^a	7.07±0.07 ^a	6.50
Sulphate (%)	4.15±0.04 ^a	3.67±0.25 ^a	-
Gel strength (g/cm ²)	95.48±2.07 ^a	108.03±16.75 ^a	-

agar, serta berpengaruh terhadap energi yang digunakan. Perlakuan terpilih pada penelitian ini yaitu ekstraksi dengan batuan ultrasonikasi pada 60°C, 60 menit. Penggunaan ultrasonikasi mampu meningkatkan efisiensi energi input ekstraksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada RISTEK DIKTI atas sebagian pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official Method of Analysis of The Association of Official Anayitycal of Chemist. Arlington. Virginia (US): The Association of Official Analytical Chemist, Inc
- Armisen R, Galatas. 2009. Production Properties and Use of Agar, Production and Utilization of Products from Commesial Seaweeds. Roma (IT): FAO Fisheries Technical Paper.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2010. *Penentuan Kadar Air pada Produk Perikanan SNI 01-2354.2-2010*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2010. *Penentuan Kadar Abu dan Abu Tak Larut Asam pada Produk Perikanan SNI 01-2354.1-2010*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2015. *Agar-Agar Tepung SNI 2802-2015*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Chemat F, Rombaut N, Sicaire AG, Meullemiestre A, Fabiano TAS, Abert VM. 2017. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. *A review. Ultrason. Sonochem.* 34: 540–560.
- Falleh H, Ksouri R, Lucchessi ME, Abdelly C, Magne C. 2012. Ultrasound-assisted extraction time and solvent power on the levels of polyphenols and antioxidant activity of *Mesembryanthemum edule* L. *Aizoaceae* shoots. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research.* 11(2): 243-249.
- Fidelis GP, Camara RGB, Queiroz MF, Costa MSSP, Joko PC, Rocha HOA, Costa LS. 2014. Proteolysis, NaOH and ultrasound-enhanced extraction of anticoagulant and antioxidant sulfated polysaccharides from the edible seaweed. *Gracilaria birdiae*. *Molecules.* 19(11): 18511-18526
- Gelarch RW, Zhou X, McClanahan SF. 2002. Comparative response of whitening strips to a low peroxide and potassium nitrate bleaching gel. *America Journal Dentist.* 28(6): 531-537.
- Istini S, Ohno M, Kusunose H. 1994. Method of analysis of agar, carrageenan, and alginate in seaweed. *Bulletin Marine Science Fisheries.* 14: 49-55
- Itung M, Marthen DP. 2003. Pengolahan pasca panen rumput laut jenis *Eucheuma* dan *Gracilaria* untuk tujuan ekspor. *Journal Marina Chimica Acta.* 4(1):21-28
- Jayanudin, Lestari AZ, Nurbayanti F. 2014. Pengaruh suhu dan rasio pelarut ekstraksi terhadap rendemen dan viskositas natrium alginat dari rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.). *Jurnal Integrasi Proses.* 5(1): 51-55.
- Kojima M, Tabata K, Uzuhashi Y, Ito Y, penemu; Ina Food Industry.co. 1996 Mar 26. Low Gel-Strenght Agar-Agar. European Patent Application. US5502181A.
- Krokida MK, Maroulis ZB, Saravacos ZB. 2001. The effect of the method drying on the colour of dehydrated product. *International Journal of Food Science and Technology.* 36: 53-59.
- Kusuma WI, Santoso GW, Pramesti R. 2013. Pengaruh konsentrasi NaOH yang berbeda terhadap mutu agar rumput laut *Gracilaria verrucosa*. *Journal of Marine Research.* 2(2): 120-129.
- Lee WK, Lim PE, Phang SM, Namasivayam P, Ho CL. 2016. Agar properties of *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta) collected from different natural habitats in Malaysia. *Regional Studies in Marine Science.* 7: 123-128
- Leija JAG, Garibay EH, Ruiz IP, Puentes JG, Alavos JE, Vivas JML, Alcantar JB. 2009. Optimization of the yeild and quality of

- agar from *Gracilariopsis lemaneiformis* (Gracilariales) from the gulf of California using an alkali treatment. *Journal of Applied Phycology*. 21: 321–326
- Liu QM, Yang XM, Zhang L, Majetich G. 2010. Optimization of ultrasonic assisted extraction of chlorogenic acid from *Folium eucommiae* and evaluation of its antioxidant activity. *Journal Medical Plants Res*. 4(23): 2503–2511.
- Liu QM, Yang X, Qi B, Li L, Deng J, Hu X. 2013. Study of ultrasonic-freeze-thaw-cycle assisted extraction of polysaccharide and phycobiliprotein from *Gracilaria lemaneiformis*. *Advanced Materials Research*. 781: 1818-1824.
- Li H, Yu X, Jin Y, Zhang W, Liu Y, 2008. Development of an eco-friendly agar extraction technique from the red seaweed *Gracilaria lemaneiformis*. *Bioresour. Technol*. 99 : 3301–5.
- Mittal R, Tavanandi HA, Mantri VA, Raghavarao KSMS. 2017. Ultrasound assisted methods for enhanced extraction of phycobiliproteins from marine macroalgae, *Gelidium pusillum* (Rhodophyta). *Ultrason. Sonochem*. 38: 92–103.
- Pacheco FP, Robledo D, Carvajal LR, Pelegrin YF. 2007. Optimization of native agar extraction from *Hydropuntia cornea* from yucatan Mexico. *Bioresource Technology*. 98: 1278-1284.
- Priaboon J, Chirapart A, Akakabe Y, Bhumibhamon O, Kajiwara T. 2006. Physical and chemical characterization of agar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of *Gracilaria* sp. *Science Asia*. 32(1): 11-17.
- Sanchez JAV, Motohiro T, Takaomi K. 2013. Ultrasound effect use as external stimulus for viscosity change of aqueous carrageenans. *Ultrasonics Sonochemistry*. 20: 1081-1091.
- Uju, Santoso J, Raprap IRH. 2018. Depolimerisasi karaginan murni dengan hidrogen peroksida dan akselerasi gelombang ultrasonic. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 156-166.
- Utomo BSB, Satriayana N. 2006. Sifat fisiko-kimia agar-agar dari rumput laut *Gracilaria chilensis* yang diekstrak dengan jumlah air berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 13(1): 45-50.
- Villanueva RD, Sousa AMM, Goncalves MP, Nilson M, Hilliou L. 2010. Production and properties of agar from the invasive marine alga, *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*. (22): 211-220.
- Yarnpakdee S, Benjakul S, Kingwascharapong P. 2015. Physico-chemical and gel properties of agar from *Gracilaria tenuistipitata* from the lake of Shongkla, Thailand. *Food Hydrocolloids*. (51): 217-226.