

KARAKTERISTIK Na-ALGINAT DARI RUMPUT LAUT COKELAT *Sargassum crassifolium* DENGAN PERBEDAAN ALAT PENYARING

Ellya Sinurat*, Retni Marliani

Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan
Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Jakarta Pusat 10260, Telepon (021) 53650157/ Faks (021) 53650158

*Korespondensi: ellya_sinurat@yahoo.com

Diterima: 17 Januari 2017/ Disetujui: 5 Agustus 2017

Cara sitasi: Sinurat E, Marliani R. 2017. Karakteristik Na-alginat dari rumput laut cokelat *Sargassum crassifolium* dengan perbedaan alat penyaring. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 351-361.

Abstrak

Indonesia merupakan negara penghasil rumput laut terbesar di dunia, salah satu sumber daya hayati laut yang cukup potensial adalah rumput laut cokelat (*Sargassum crassifolium*) yang dikenal sebagai penghasil alginat. Ekstraksi alginat melalui tahap demineralisasi, netralisasi, ekstraksi, filtrasi, presipitasi dan pemucatan. Tahap filtrasi merupakan proses yang sangat berpengaruh terhadap mutu alginat yang dihasilkan. Penelitian ini melakukan penyaringan menggunakan alat yang berbeda yaitu screen vibrator dan hydrolic filter press yang bertujuan untuk menentukan karakteristik Na-alginat rumput laut *Sargassum crassifolium* dengan kedua alat penyaring tersebut. Parameter mutu Na-alginat yang diamati meliputi: rendemen, viskositas, kekuatan gel, sineresis, derajat putih, kadar air, kadar abu dan pH. Hasil analisis menunjukkan bahwa rendemen tertinggi dihasilkan pada alat penyaring vibrator yaitu $19,22 \pm 5,68\%$. Viskositas tertinggi dihasilkan pada alat penyaring filter press yaitu $82,66 \pm 112,46$ cP, sedangkan parameter derajat putih dan kekuatan gel tertinggi dihasilkan alat penyaring filter press yaitu $60,53 \pm 9,09\%$ dan $353,54 \pm 184,51$ g/cm². Sineresis dan pH terendah dihasilkan alat penyaring filter press yaitu masing-masing $2,99 \pm 0,55\%$ dan $6,05 \pm 0,57$. Kadar abu terendah dihasilkan alat penyaring vibrator yaitu $24,94 \pm 4,41\%$. Filter press lebih efektif dan efisien dalam menyaring filtrat sehingga hasil akhir Na-alginat lebih baik dari alat penyaring vibrator.

Kata kunci: *filter press*, natrium alginat, *S. crassifolium*, vibrator

*The Characteristics of Sodium Alginate from Brown Seaweed *Sargassum crassifolium* with Different Filtering Tools*

Abstract

Indonesia is the largest producer of seaweed in the world, one of the potential marine biological resources is the brown seaweed (*Sargassum crassifolium*) known as an alginate producer. Alginate extraction through demineralization stage, neutralization, extraction, filtration, precipitation and bleaching. Filtration stage is a very influential process on the quality of alginate produced. In this research, filtering using different tools screen vibrator and hydraulic filter press was conducted to characterize Na-alginate seaweed *Sargassum crassifolium* using both filter tools. Quality of sodium alginate (yield, viscosity, gel strength, syneresis, whiteness, moisture content, ash, and pH) was determined. The result showed that the viscosity, gel strength, syneresis, and whiteness of alginate obtained using filter press showed the best result. The yield of sodium alginate produced by filter press was $10.91 \pm 4.33\%$, with characteristics of viscosity 82.66 ± 112.46 cP, gel strength 353.54 ± 184.51 g/cm², syneresis $2.99 \pm 0.55\%$, whiteness $60.53 \pm 9.09\%$, moisture content $13.31 \pm 0.77\%$, ash $26.69 \pm 0.82\%$ and pH 6.05 ± 0.57 . Based on a parameter of alginate (yield, moisture content, ash, and pH) showed that vibrator method produced alginate with better characteristics. The sodium alginate produced has average yield $19.22 \pm 5.68\%$, viscosity 57.5 ± 21.79 cP, whiteness $29.7 \pm 4.45\%$, gel strength 327.63 ± 55.15 g/cm², syneresis $4.34 \pm 0.78\%$, moisture content $10.23 \pm 1.68\%$, ash $24.94 \pm 4.41\%$ and pH 7.03 ± 2.60 . Operationally the filter press was more effective and efficient in filtering to result from Na-alginate compared to the screen vibrator.

Keywords: filter press, sodium alginate, *S. crassifolium*, vibrator

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil rumput laut, salah satu sumber daya hayati laut yang cukup potensial adalah rumput laut cokelat *Sargassum*. Rumput laut cokelat *Sargassum* sp. tumbuh menempati hampir di sepanjang pantai pulau-pulau di Indonesia, terutama pada pantai yang dasarnya lempengan karang mati (Septiana dan Asnani 2012). Famili *Sargassum* mengandung protein, vitamin C, tannin, iodine, fenol dan bahan kimia utama sebagai sumber alginat. Alginat merupakan senyawa heteropolisakarida dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly-D-mannuronat) dan *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) dari dinding sel yang banyak dijumpai pada alga cokelat (Phaeophyta) (Basmal *et al.* 2012; Sinurat dan Agustina 2012). Jenis rumput laut cokelat *Sargassum crassifolium* sudah banyak diteliti dalam hal uji bioaktivitasnya maupun dalam hal pembentukan oligomernya (Subaryono 2009; Sinurat *et al.* 2011). Alginat adalah zat penting (sebagai pengental atau emulsifier) yang sangat dibutuhkan di berbagai bidang industri pangan, non-pangan dan kedokteran atau farmasi, tetapi seluruh kebutuhan alginat dipasok dari luar negeri. Alginat berperan sebagai komponen penguat dinding sel dengan kandungan yang melimpah dan dapat mencapai 40% dari berat kering rumput laut cokelat. Pemanfaatan rumput laut cokelat yang mengandung alginat mempunyai kualitas yang terbagi dalam 3 kelompok mutu, yaitu *industrial grade*, *food grade* dan *pharmaceutical grade*, yang dalam proses ekstraksinya memerlukan kualitas bahan baku dan proses yang berbeda sesuai dengan mutu alginat yang diinginkan. Bahan baku yang berkualitas diperoleh dengan penanganan yang baik meliputi pemilihan umur panen, teknik pemasaran, sortasi, pencucian, perendaman, pengeringan dan penyimpanan. Prinsip untuk mendapatkan alginat harus melalui tahap demineralisasi, netralisasi, ekstraksi, filtrasi, presipitasi dan pemucatan (Sinurat dan Murdinah 2007; Robin and Allan 2009; Murdinah *et al.* 2009; Husni *et al.* 2012).

Mutu alginat secara internasional dirujuk berdasarkan standar JECFA (The FAO/WHO

Joint Expert Commitee on Food Additives) yang mensyaratkan alginat sebagai bahan tambahan pangan (FAO 2009). Pemenuhan persyaratan menurut standar tersebut dikembangkan beberapa metode ekstraksi, penentuan kadar alginat dengan proses penyaringan. Penyaringan dengan ukuran saringan yang lebih kecil (<350 mesh) untuk mencegah lolosnya selulosa tidak mudah dilakukan mengingat kentalnya filtrat hasil ekstraksi sehingga akan memakan waktu yang cukup lama (Subaryono 2009). Kandungan bahan tidak larut air dan rendahnya viskositas alginat yang tinggi salah satunya disebabkan oleh rendahnya kemurnian alginat yang dihasilkan pada proses filtrasi. Kemurnian yang rendah ini umumnya terjadi karena lolosnya selulosa dan bahan pengotor lainnya pada proses penyaringan filtrat, sehingga terbawa pada produk alginat yang dihasilkan. Upaya perbaikan kemurnian alginat perlu dilakukan untuk meningkatkan viskositas dan menurunkan kandungan bahan tidak larut air (Subaryono dan Siti 2010)

Proses filtrasi pada penelitian ini menggunakan dua jenis alat penyaring yang berbeda. *Screen vibrator* (penyaring bergetar) menggunakan prinsip getaran yang berada dibawah saringan berukuran sangat halus (150 mesh) dalam melakukan filtrasi. Proses penyaringan menggunakan *Screen vibrator*, rumput laut yang sudah menjadi bubur tidak perlu ditambahkan *filter aid* dalam proses penyaringan. Air panas ditambahkan untuk memudahkan penyaringan apabila filtrat cukup kental dan volume filtrat yang dihasilkan dicatat. Penyaringan atau filtrasi menggunakan *filter press* pada prinsipnya untuk menyaring bubur dengan sistem press/tekanan dengan cepat dalam keadaan panas sehingga filtrat dalam bentuk cairan kental (sol) dapat terpisah dari residu atau ampas padat. Penambahan *filter aid* atau tanah diatom (misalnya *celite* atau *perlite*) perlu ditambahkan ke dalam rumput laut yang sudah menjadi bubur dalam kondisi panas, kemudian diaduk secara merata agar memudahkan dalam filtrasi menggunakan *filter press*. Metode penyaringan dengan menggunakan peralatan penyaring yang dilengkapi dengan alat vakum, pengaduk dan

tanah diatom dapat menurunkan selulosa yang lolos pada proses penyaringan filtrat serta menurunkan kandungan bahan tidak larut air dalam alginat. Penyaringan dengan metode ini dapat dihasilkan alginat yang memenuhi persyaratan JECFA (McHugh 2008). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik Na-alginat rumput laut *Sargassum crassifolium* dengan alat penyaring *screen vibrator* dan *hydrolic filter press*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah rumput laut *S. crassifolium* J. Agardh yang diperoleh dari perairan pantai Binuangeun, Banten. Bahan kimia yang digunakan untuk perendam (HCl), bahan pengekstrak (Na_2CO_3), bahan pemucat (NaOCl), bahan pembentuk asam alginat (HCl), bahan pemurni Na-alginat (Isoprophyl alcohol dan NaOH) kesemuanya dari Merck dan bahan-bahan lain untuk analisis fisik dan kimia.

Alat yang digunakan untuk ekstraksi Na-alginat yaitu dandang besar kapasitas 20 L, dandang kecil 10 L, *beaker glass* kapasitas 5 L (Pyrex), kertas lakmus, timbangan duduk (skala 4 digit), mesin gilingan, alat penyaring *hydrolic filter press* kekuatan 7 ton dengan screen 100 mesh dan *Screen vibrator* ukuran 100 mesh (rakitan), kain kasa, saringan (40 mesh), termometer, alat penepungan (stainless), peralatan analisis fisik (viskometer *Brook field* dan *Stable Micro System TAXT2 texture analyzer*).

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen melalui percobaan laboratorium, yaitu melakukan proses pembuatan Na-alginat dengan pengamatan pada tahap ekstraksi dan filtrasi menggunakan alat penyaring yang berbeda. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing alat penyaring. Pengamatan terhadap kandungan kimia (kadar air, kadar abu, pH) dan fisik (rendemen, kekuatan gel, viskositas, derajat putih, sineresis) dari Na-alginat yang dihasilkan dilakukan untuk menentukan alat penyaring yang dapat menghasilkan karakteristik Na-alginat terbaik.

Proses ekstraksi Na-alginat dilakukan menggunakan metode Yunizal (2004) yang dimodifikasi, rumput laut *S. crassifolium* ditimbang 2 kg, lalu dicuci dengan air bersih sebanyak 2 kali, selanjutnya direndam dengan HCl 1% sebanyak 2 kali berat sampel selama 60 menit. Kemudian dibilas dengan air bersih lalu diekstraksi dengan larutan Na_2CO_3 2% dalam volume 60 liter dengan 2 tahap perebusan yaitu tahap pertama perebusan dengan suhu 60 °C dan lama perebusan 60 menit setelah itu dihancurkan dengan mesin penggiling sampai berupa bubur lalu direbus kembali dengan suhu 60 °C dan lama perebusan 60 menit. Selanjutnya penyaringan dengan 2 metode yaitu pertama menggunakan saringan berukuran sangat halus (150 mesh) yaitu dengan alat *Screen vibrator* (penyaring bergetar). Penyaringan menggunakan alat penyaring vibrator dengan ukuran saringan 150 mesh tanpa menggunakan *filter aid* dan *hydrolic filter press*. Penyaringan kedua menggunakan *filter press* dengan cara menambahkan *filter aid* seperti tanah diatom (*celite*) agar memudahkan penyaringan. Pemisahan dilakukan menggunakan *filter press* yang terdiri dari kain saring halus dan *filter aid*. Masing-masing metode penyaringan dilanjutkan dengan pemucatan menggunakan NaOCl 2%. NaOCl sebanyak 450 mL ditambahkan dalam 30 liter filtrat alginat, diaduk lalu didiamkan selama 30 menit, lalu ditambah HCl 10% dan dibiarkan selama 30 menit sehingga terbentuk asam alginat yang berwarna putih atau kuning gading sampai pH 2-3. Setelah tercapai pH tersebut lalu dinetralisasi dengan penambahan NaOH encer sampai tercapai pH 7-8 sambil diaduk untuk homogenisasi larutan. *Isoprophyl alcohol* (IPA) ditambahkan bila alginat sudah mencapai pH netral untuk mendapatkan serat Na-alginat, selanjutnya serat yang diperoleh dikeringkan dalam bentuk Na-alginat.

Rendemen

Rendemen Na-alginat yang diperoleh dari proses ekstraksi rumput laut *S. crassifolium* dihitung berdasarkan berat Na-alginat setelah pengeringan terhadap berat kering bahan baku. Perhitungan kadar rendemen Na-alginat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat Na - alginat akhir (g)}}{\text{berat rumput laut awal (g)}} \times 100\%$$

Viskositas

Analisis viskositas mengacu pada JECFA (2007), pengamatan dilakukan pada konsentrasi solid 1-5% untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan viskositas larutan. Na-alginat (sampel) ditimbang sebanyak 7,5 g dalam kertas timbang. Akuades sebanyak 492,5 g ditimbang dalam *beaker glass* ukuran 500 mL, sehingga sampel dan akuades jika ditambahkan mencapai berat total mencapai 500 g. Alginat dimasukkan dalam *beaker glass* 500 mL berisi akuades dan stirer secara bertahap. Akuades dipanaskan dan diaduk satu kali hingga mencapai suhu 75 °C, setelah suhu konstan larutan dipanaskan selama 25 menit. Pengadukan I dilakukan pada menit ke-1 selama 1 menit, pengadukan II pada menit ke-25. *Beaker glass* ditutup dengan aluminium foil untuk mencegah hilangnya air pada proses pemanasan akibat penguapan, selanjutnya suhu larutan diturunkan sampai mencapai 75 °C. Pengukuran viskositas larutan diukur menggunakan RVA (*rapid viscoanalyzer*) *spindle* 2 pada 30 rpm, ditunggu hingga jarum *spindle* stabil (hingga 6 kali putaran). Viskositas dinyatakan dalam centi Poise (cP).

Kekuatan gel

Pengamatan karakteristik gel dilakukan dengan tes penetrasi menggunakan *Stable Micro System TAXT2 texture analyzer* dengan *probe* silinder berdiameter 10 mm pada kecepatan 0,5 mm/s sampai kedalaman penetrasi 25 mm (Marrs dan Titoria 2004). Persiapan sampel dengan melarutkan alginat pada konsentrasi 1% dalam akuades bebas ion sebanyak 148,5 g dengan distirer selama 30 menit pada suhu 75 °C. Na-alginat ditimbang sebanyak 1,5 g dalam kertas timbang, ditambahkan CaCO₃ 0,3 g sambil tetap distirer dan GDL sebanyak 0,95 g sampai semua larut. Larutan kemudian dimasukkan dalam cetakan berukuran diameter 3,5 cm tinggi 5 cm dan dibiarkan selama 1 jam pada suhu ruang sampai terbentuk gel. Gel yang sudah terbentuk dimasukkan dalam suhu chiling selama 24 jam, kemudian gel dilepaskan dari

cetakan dan dianalisis. Kekuatan gel diamati sebagai puncak gaya (g) pada saat gel pecah dibagi luas kontak area.

Sineresis secara gravimetri

Analisis viskositas mengacu pada JECFA preparasi pembuatan gel pada wadah yang telah diketahui beratnya. Gel disimpan dalam refrigerator pada suhu 4 °C selama 24 jam. Air yang terlepas dari gel dihilangkan dengan kertas penyerap air. Gel ditimbang kembali dan sineresis dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\text{Sineresis} = \frac{\text{selisih berat (g)}}{\text{berat awal (g)}} \times 100\%$$

Derajat putih

Dihidupkan *power* alat *Whiteness meter Kett Electric Laboratory C-100-3*. Standar dimasukkan ke dalam wadah sampel, selanjutnya wadah sampel dimasukkan ke dalam alat *Whiteness meter*, maka akan muncul nilai derajat putih standar yaitu sekitar 85,4. Standar dikeluarkan dari alat *Whiteness meter*. Sampel (tepung Na-alginat) dimasukkan ke dalam wadah sampel sampai penuh dan tidak bergeser setelah ditutup. Wadah sampel dimasukkan ke dalam alat *Whiteness meter*. Nilai derajat putih sampel akan terlihat di monitor alat *Whiteness meter*. Analisis kadar air (BSN 2006) dan analisis kadar abu (BSN 2006).

Nilai pH

Sampel sebanyak 3 g ditimbang lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* ukuran 300 mL kemudian ditambahkan akuades 197 g hingga berat total menjadi 200 g. Sampel dipanaskan sambil diaduk menggunakan stirer sampai larut pada suhu 60-80 °C. Kemudian elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel yang sebelumnya telah dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Nilai pH diperoleh sesuai dengan yang tertera di layar. Selanjutnya elektroda dibilas dengan akuades.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berdasarkan karakteristik fisik mutu Na-alginat *S. crassifolium* secara keseluruhan disajikan pada Tabel 1. Rumput

Tabel 1 Nilai rata-rata analisis fisik mutu Na-alginat rumput laut *S. crassifolium* dengan alat penyaring yang berbeda

Karakteristik	Alat penyaring		
	<i>Filter press</i>	<i>Vibrator</i>	Standar
Rendemen (%)	10,91±4,33	19,22±5,68	> 18,00*
Viskositas (cP)	82,66±112,46	57,50±21,79	> 27,00**
Derajat putih (%)	60,53±9,09	29,7±4,45	52,80***
Kekuatan gel (g/cm ²)	353,54±184,51	27,63±55,15	-
Sineresis (%)	2,99±0,55	4,34±0,78	12,13****

Keterangan: * & **) Food Chemical Codex (2004), *** & ****) Yunizal (2004)

laut *S. crassifolium* memiliki kandungan Na-alginat dengan nilai rata-rata rendemen dan sineresis lebih tinggi pada alat penyaring vibrator sedangkan nilai rata-rata viskositas, derajat putih dan kekuatan gel yang lebih tinggi pada alat penyaring *filter press*.

Rendemen

Rendemen Na-alginat semakin tinggi maka semakin baik proses ekstraksi Na-alginat. Nilai rata-rata rendemen Na-alginat dengan alat penyaring vibrator sebesar 19,22±5,68% yang nilainya lebih tinggi daripada nilai rendemen Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* dengan nilai 10,91±4,33%. Perbedaan nilai rendemen pada alat penyaring *filter press* dan vibrator disebabkan oleh perbedaan ketika proses ekstraksi tahap II. Bubur rumput laut pada alat penyaring *filter press* ditambahkan tanah diatom. Perbedaan penggunaan tanah diatom ini menyebabkan perbedaan nilai rendemen Na-alginat. Tanah diatom sebagai adsorben dapat menurunkan selulosa yang lolos pada proses penyaringan filtrat serta menurunkan kandungan bahan tidak larut air dalam alginat, secara fisik dan kimia tanah diatom menyerap partikel dan selulosa sehingga yang lolos dalam penyaringan hanya alginat. Hal ini menyebabkan serat Na-alginat pada *filter press* menjadi sedikit dan nilai rendemen menjadi rendah. Rendemen pada penyaring vibrator lebih tinggi, diduga akibat banyaknya selulosa yang lolos saat penyaringan. Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan maka akan semakin baik karena dapat meningkatkan nilai ekonomi Na-alginat.

Rendemen alginat yang dihasilkan dari rumput laut dipengaruhi oleh habitat

(intensitas cahaya, besar kecilnya ombak atau arus dan nutrisi perairan), umur rumput laut cokelat, dan teknik penanganan rumput laut cokelat setelah dipanen, sebelum dan proses ekstraksi yang digunakan (Basmal *et al.* 2012). Rendemen yang dihasilkan rendah dapat dipengaruhi pada saat proses penepungan atau penggilingan dan pengayakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rendemen Na-alginat *S. crassifolium* yang diperoleh alat penyaring vibrator yaitu sebesar 19,22% memiliki nilai rendemen yang lebih baik dari nilai yang direkomendasikan oleh standar mutu internasional yang mencapai > 18% (FCC 2004).

Viskositas

Nilai rata-rata viskositas Na-alginat yang dihasilkan oleh alat penyaring *filter press* yaitu 82,66±112,46 cP sedangkan alat penyaring vibrator menghasilkan viskositas yang lebih rendah yaitu 57,5±21,79 cP (centiPoises) (Tabel 1). Na-alginat yang rendah pada alat penyaring vibrator disebabkan adanya selulosa dan pengotor lain pada bahan baku yang lolos pada saat penyaringan bubur rumput laut, sehingga terbawa pada produk Na-alginat yang dihasilkan. Subaryono (2009) menyatakan bahwa tingginya kandungan bahan tidak larut air dan rendahnya viskositas alginat salah satunya disebabkan oleh rendahnya kemurnian alginat yang dihasilkan. Penyaringan dengan *filter press* menghasilkan nilai rata-rata viskositas tinggi hal ini disebabkan alat penyaring *filter press* dilengkapi dengan alat vakum, pengaduk dan tanah diatom. Proses penyaringan filtrat dengan *filter press* dapat menurunkan kandungan selulosa yang ada pada Na-alginat.

Kekentalan Na-alginat dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu kekentalan rendah (<60 cP), kekentalan sedang (60-110 cP) dan kekentalan tinggi (110-800 cP). Berdasarkan pembagian tersebut, maka viskositas Na-alginat pada penelitian ini termasuk dalam kekentalan sedang (Syafarini 2009; Subaryono dan Apriani 2010). Kekentalan Na-alginat sangat bervariasi yakni dari 10–5.000 cP (1% larutan Na-alginat dalam air), tergantung tujuan akhir produknya (Basmal *et al.* 2012). Natrium alginat untuk makanan biasanya viskositasnya lebih rendah dibandingkan natrium alginat untuk tekstil. Rumput laut dari daerah tropis (warm water) umumnya menghasilkan alginat dengan viskositas yang rendah (McHugh 2008). Rumput laut dengan panjang thalus yang kecil akan menghasilkan Na-alginat dengan viskositas yang rendah, sedangkan bila digunakan rumput laut dengan thalus yang panjang (lebih dari 40 cm) akan dihasilkan viskositas yang tinggi. Bahan baku rumput laut *S. crassifolium* yang didapatkan dari perairan Binuangeun memiliki panjang thalus yang kecil (kurang dari 20-40 cm).

Viskositas alginat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu, kadar larutan dan derajat polimerisasi. Nilai kekentalan Na-alginat sangat tergantung pada umur panen rumput laut cokelat, teknik ekstraksi (konsentrasi, suhu, pH dan adanya kation logam polivalen) dan berat molekul rumput laut yang diekstrak (Basmal *et al.* 2012; McHugh 2008). Suhu pada saat pembuatan larutan untuk analisis viskositas Na-alginat tidak boleh melebihi 80 °C, jika melebihi suhu tersebut larutan akan terdegradasi sehingga sulit untuk dianalisis kekentalannya menggunakan RVA (*rapid viscoanalyzer*). Anggadiredja *et al.* (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan nilai viskositasnya semakin tinggi. Hal ini diduga bahwa dengan kenaikan suhu pengeringan akan meningkatkan terbentuknya jumlah ester sulfat sehingga viskositas meningkat.

Kekuatan gel

Kekuatan gel merupakan sifat fisik yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan alginat dalam pembentukan gel. Hasil analisis kekuatan gel yang dihasilkan

dapat diketahui bahwa kandungan Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* memiliki nilai rata-rata kekuatan gel yang lebih tinggi daripada Na-alginat dengan alat penyaring vibrator. Kekuatan gel rata-rata Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* $353,54 \pm 184,51$ g/cm² sedangkan kekuatan gel Na-alginat dengan alat penyaring vibrator $327,63 \pm 55,15$ g/cm² (Tabel 1). Nilai kekuatan gel Na-alginat rumput laut *S. crassifolium* yang rendah pada alat penyaring vibrator diduga berhubungan dengan kemurnian alginat, akibat adanya pengotor yang terlalu banyak, dapat mempengaruhi kekuatan gel sehingga gel yang dihasilkan menjadi rendah. Pengadukan dan pemanasan setelah penambahan Glucono- δ -lactone (GDL) jika melebihi dari 1 menit akan terjadi penjendalan sehingga jika dipanaskan kembali larutan tidak menjadi gel. Hal ini diduga dapat menyebabkan kerusakan atau terjadinya degradasi gel akibat pemanasan. Subaryono (2009) menyatakan bahwa semakin banyak ikatan silang yang terbentuk maka gel yang dihasilkan akan semakin kuat. Dengan meningkatnya konsentrasi ion pembentuk gel (*gelling ion*) maka akan menghasilkan gel yang semakin kuat. Jika ion Ca²⁺ yang dilepaskan ke dalam proses pembuatan gel banyak maka ikatan silang yang bisa terbentuk antar molekul alginat semakin banyak didapatkan dari meningkatnya konsentrasi CaCO₃.

Sifat utama alginat adalah kemampuannya untuk membentuk gel dengan adanya kation divalen (Cardenas *et al.* 2003; Herdini 2008). Penambahan kation bervalensi dua atau lebih (multivalensi) alginat mampu membentuk gel yang bersifat thermostabil. Gel yang terbentuk dari alginat stabil terhadap panas dan dapat dibentuk pada suhu ruang. Kemampuan alginat membentuk gel terutama berkaitan dengan proporsi L-guluronat. Kandungan poliguluronat dalam alginat semakin tinggi maka akan menghasilkan gel yang lebih kuat dan tekstur yang lebih stabil (Reis *et al.*, 2006). Beberapa kation multivalensi seperti Ca, Mg, Ba dan Cu mampu menginduksi pembentukan gel alginat. Pada penelitian ini gel terbentuk karena adanya reaksi kimia dimana Ca akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang.

Alginat yang larut dalam air membentuk gel pada larutan asam karena adanya kalsium atau kation logam polivalen lainnya. Mekanisme pembentukan gel ini berdasarkan reaksi molekul alginat dengan kalsium. Fungsi utama alginat adalah sebagai zat pengatur kestabilan termal pada proses pembentukan gel (Rasyid 2010; Subaryono 2009).

Sineresis

Sineresis adalah karakteristik yang dapat terlihat yaitu pengerutan gel yang bersifat lambat, dipengaruhi waktu dengan hasil terlepasnya cairan dari gel (Draget 2001). Nilai rata-rata sineresis Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* yaitu $2,99 \pm 0,55\%$ sedangkan dengan alat penyaring vibrator $4,34 \pm 0,78\%$ (Tabel 1). Nilai rata-rata sineresis Na-alginat pada alat penyaring vibrator memiliki nilai sineresis yang lebih tinggi daripada Na-alginat dengan alat penyaring *filter press*. Nilai yang dihasilkan alat penyaring vibrator menunjukkan bahwa gel Na-alginat mudah melepaskan air atau air yang terikat secara fisik di dalam gel menjadi tidak terperangkap. Hal tersebut diduga terdapat korelasi dengan kekuatan gel yang rendah sehingga dapat mempengaruhi terlepasnya cairan. Penyaringan dengan *filter press* menghasilkan nilai sineresis lebih rendah, hal ini berkaitan dengan kekuatan gel yang tinggi sehingga air yang terperangkap sulit terlepas. Perubahan suhu memungkinkan air menjadi tidak terikat secara fisik. Sineresis akan berkurang dengan turunnya berat molekul alginat, dan sebaliknya akan meningkat dengan meningkatnya proporsi campuran mannuronat-guluronat dalam alginat. Sineresis dalam suatu gel terlihat dari banyaknya air yang dilepaskan gel oleh pengaruh penyimpanan. Semakin besar nilai sineresis menunjukkan gel semakin mudah melepaskan air dan kurang disukai dalam perdagangan (Subaryono 2009).

Pembentukan gel alginat untuk mengetahui sineresis ini melibatkan pelarutan bahan-bahan pembentuk gel seperti alginat, garam kalsium, asam atau sequestrant dalam air panas dan pembentukan gel terjadi karena proses pendinginan. Penambahan Glucono- δ -lactone (GDL) pada penelitian sebagai bahan

tambahan pangan yang berfungsi mengatur keasaman atau sequestrant yang relatif aman dan tidak mempunyai angka Acceptable Daily Intake (ADI) yang spesifik (Subaryono 2009).

Derajat putih

Derajat putih merupakan parameter yang menentukan tingkat warna putih dari suatu produk. Semakin tinggi nilai derajat putih Na-alginat menunjukkan kualitasnya semakin baik. Nilai rata-rata derajat putih alginat hasil alat penyaring *filter press* yaitu $60,53 \pm 9,09\%$ sedangkan alat penyaring vibrator $29,7 \pm 4,45\%$. Nilai derajat putih yang dihasilkan dari alat penyaring vibrator lebih rendah dibandingkan dengan derajat putih alginat pada umumnya, yaitu sebesar 52,80%. Nilai pembanding standar yang ditetapkan pada *Whiteness meter* yaitu 85,4. Proses ekstraksi Na-alginat menggunakan NaOCl (*sodium hypochlorite*) yang berfungsi sebagai bahan pemucat (bleaching agent), dapat mengubah warna Na-alginat yang cokelat tua menjadi lebih terang (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata-rata Na-alginat yang dihasilkan dengan perlakuan *filter press* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan vibrator. nilai rata-rata derajat putih pada vibrator yang rendah diduga akibat banyaknya pengotor yang lolos, sedangkan nilai rata-rata derajat putih yang tinggi pada *filter press* diduga pengotor ikut terserap oleh adanya tanah diatom. Saat pemucatan zat warna tidak terlepas dan tidak mampu mendegradasi semua warna cokelat yang terikat pada alginat, pada akhirnya pigmen karotenoid dalam rumput laut cokelat *S. crassifolium* tidak teroksidasi sepenuhnya. Produk Na-alginat yang dihasilkan dari perlakuan alat penyaring vibrator berwarna putih kekuningan sedangkan dengan perlakuan *filter press* berwarna putih terang. Secara visual Na-alginat dari alat penyaring *filter press* terlihat lebih terang.

Alginat yang dipakai dalam industri makanan dan farmasi harus memenuhi persyaratan bebas dari selulosa dan warnanya sudah dipucatkan sehingga berwarna putih dan terang. Karotenoid merupakan gugus kromofor atau gugus pembawa warna pada *S. crassifolium* yang dapat berkonjugasi dan sangat

labil. Karotenoid memiliki gugus kromofor atau gugus pembawa warna, antara lain gugus benzena dan sejumlah ikatan rangkap, yang dapat berkonjugasi dan sangat labil karena mudah teroksidasi. Karotenoid tidak larut dalam air sehingga tidak dapat dihilangkan pada proses perendaman dan proses ekstraksi. NaOCl bersama dengan Na_2CO_3 merupakan pengoksidasi kuat yang mampu mengoksidasi gugus kromofor tersebut. Konsentrasi NaOCl yang semakin tinggi (sampai batas tertentu) maka kerusakan kromofor semakin besar, sehingga derajat putih Na-alginat semakin baik (Suwarda 2016).

Karakteristik Kimia Na-alginat Rumput Laut *S. crassifolium*

Analisis kimia terhadap Na-alginat rumput laut *S. crassifolium* meliputi nilai kadar air, kadar abu dan nilai pH tersaji pada Tabel 2.

Kadar air

Pengeringan merupakan proses pengurangan sebagian kadar air bahan. Kadar air bahan merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (%). Kadar air yang terdapat pada Na-alginat dengan alat penyaring vibrator sebesar $10,23 \pm 1,68\%$ yang nilainya lebih rendah daripada nilai Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* yang mencapai $13,31 \pm 0,77\%$. Hasil yang diperoleh pada penelitian sesuai dengan standar mutu Internasional dengan ketentuan bahwa susut pengeringan $< 15\%$ (FCC 2004). Nilai rata-rata kadar air Na-alginat rumput laut *S. crassifolium* dengan perlakuan alat penyaring yang berbeda disajikan pada Tabel 2. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rata-

rata kadar air Na-alginat pada alat penyaring *filter press* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata kadar air pada alat penyaring vibrator. Penggunaan tanah diatom pada *filter press* dimaksudkan agar proses penyaringan filtrat tersaring optimal, jika tidak menggunakan tanah diatom bubuk rumput laut yang licin sulit tersaring. Fungsi tanah diatom sebagai adsorben, dapat menghasilkan alginat yang lebih baik. Filtrat pada alat penyaring vibrator mudah tersaring sehingga tidak perlu ditambahkan tanah diatom, hal ini diduga tanah diatom mempengaruhi kemurnian filtrat yang dihasilkan. Kemurnian alginat yang semakin tinggi, mengakibatkan sulitnya air keluar dari matriks selama proses pengeringan. Alginat merupakan polimer dengan kemampuan menahan air yang sangat baik sehingga semakin tinggi kemurnian alginatnya maka kemampuan menahan air akan semakin baik (Suwarda, 2016).

Kadar air dapat berpengaruh terhadap daya simpan suatu produk. Produk yang mempunyai kadar air rendah biasanya mempunyai masa simpan yang lebih lama dibandingkan dengan produk yang mempunyai kadar air tinggi (Siswati 2002). Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, keragaman dan daya tahan bahan pangan (Winarno 2008). Kadar air yang diperbolehkan didalam Na-alginat antara 5–20%, sedangkan kadar air yang diperbolehkan FCC adalah $< 15\%$. Jika dibandingkan pada penelitian ini dengan beberapa standar, maka kadar air Na-alginat yang dihasilkan telah memenuhi standar (FCC 2004). Hal yang sama juga ditetapkan

Tabel 2 Nilai analisis kimia mutu Na-alginat rumput laut *S. crassifolium* dengan alat penyaring yang berbeda

Karakteristik	Alat penyaring		
	<i>Filter press</i>	<i>Vibrator</i>	Standar
Kadar air (%)	$13,31 \pm 0,77$	$10,23 \pm 1,68$	5-20**
Kadar abu (%)	$26,69 \pm 0,82$	$24,94 \pm 4,41$	18,00-27,00*
pH	$6,05 \pm 0,57$	$7,03 \pm 2,60$	3,5-10**

Keterangan: *) Food Chemical Codex (2004), **) Winarno (1996)

oleh JECFA bahwa kadar air alginat sebagai bahan tambahan pangan harus memiliki kadar air maksimal 15% (FAO 2009).

Abu

Kadar abu penting untuk diketahui karena dapat menentukan tingkat kemurnian produk dari komponen yang tidak dikehendaki. Berdasarkan analisis kadar abu yang dihasilkan dapat diketahui bahwa kandungan Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* memiliki nilai kadar abu yang lebih tinggi daripada Na-alginat dengan alat penyaring vibrator. Nilai rata-rata kadar abu Na-alginat dengan alat penyaring *filter press* yaitu $26,69 \pm 0,82\%$ sedangkan nilai rata-rata kadar abu Na-alginat dengan alat penyaring vibrator $24,94 \pm 4,41\%$ (Tabel 2). Kadar abu yang dihasilkan dari kedua alat yang dibandingkan cukup tinggi. Tanah diatom serta luas penampang lebih besar memungkinkan pelolosan pengotor sehingga mempengaruhi nilai rata-rata kadar abu yang tinggi pada *filter press*. Komponen penyusun tanah diatom misalnya mineral kemungkinan terbawa pada filtrat hasil penyaringan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar bahan yang terendapkan pada proses penyaringan tidak hanya selulosa. Kadar abu yang dihasilkan tidak melebihi kadar abu garam alginat menurut standar mutu Internasional yang telah ditetapkan yaitu sebesar 18-27% (FCC 2004). Permana (2008) menyatakan bahwa proses penyaringan dapat mempengaruhi nilai kadar abu, apabila penyaringannya kurang baik maka kadar abu yang terdapat dalam Na-alginat akan semakin tinggi.

Pembentukan asam alginat juga mempengaruhi tingginya kadar abu. Penurunan kadar abu dapat dilakukan dengan cara memperhatikan setiap proses terutama setelah pembentukan asam alginat dimana proses pencucian asam alginat hingga mendekati netral akan menurunkan kadar mineral Na-alginat (Basmal *et al.*, 2012). Yunizal (2004) menyatakan bahwa semakin kuat asam yang digunakan semakin banyak alkali yang ditambahkan untuk menetralkan pH. Kandungan NaOH yang tinggi berarti jumlah garam yang dihasilkan dalam alginat meningkat, sehingga kadar abu dalam produk

tersebut meningkat. Tingkat efektivitas penanganan bahan baku yang direndam dalam larutan alkali (NaOH) juga bisa mempengaruhi kadar abu Na-alginat yang dihasilkan. Fungsi dari larutan alkali adalah untuk menarik protein dan bahan-bahan lain seperti mineral misalnya: NaCl, kalium dan iodium (Basmal 2012; Suwarda 2016). Kadar abu alginat yang tinggi pada hasil ekstraksi diduga disebabkan oleh adanya residu garam NaCl yang tidak tercuci pada tahap pencucian endapan asam alginat sehingga tidak larut pada saat diendapkan menggunakan Isopropyl alcohol (Yunizal 2004). Alginat komersial umumnya memiliki kadar abu maksimal 27% bila dibandingkan dengan kedua alat penyaring yang digunakan, kadar abu alginat yang dihasilkan masih memenuhi standar persyaratan JECFA (McHugh 2008). Rumput laut *S. crassifolium* memiliki kandungan Na-alginat dengan nilai rata-rata pH lebih rendah pada alat penyaring *filter press* dibandingkan alat penyaring vibrator, sedangkan nilai rata-rata kadar air dan kadar abu pada alat penyaring *filter press* memiliki nilai rata-rata kandungan lebih tinggi daripada alat penyaring vibrator.

Hasil analisis keseluruhan kimia dan fisik yang telah dilakukan Na-alginat yang dihasilkan alat penyaring *filter press* dapat meningkatkan kualitas Na-alginat. Produk Na-alginat pada *filter press* lebih sesuai untuk penggunaan pada produk non pangan, hal ini dikaitkan dengan mutu yang dihasilkan. Hasil Na-alginat *filter press* memiliki tepung Na-alginat berwarna putih, dapat diformulasikan sesuai dengan kebutuhan dan sifat fisiko-kimia yang diinginkan, terutama yang berkaitan dengan pembentuk gel, kekentalan, mengikat air sehingga dapat mempertahankan kelembaban, sedangkan pada alat penyaring vibrator Na-alginat lebih sesuai untuk produk pangan. Na-alginat produk pangan harus memiliki kadar air rendah, kadar abu rendah dan pH netral (Yunizal 2004). Pengoperasian alat *filter press* lebih efisien karena lebih cepat digunakan dan bubur rumput laut yang dihasilkan dapat tersaring dalam jumlah yang banyak. Hasil karakteristik alginat yang dihasilkan bahwa penyaringan dengan alat *filter press* maupun vibrator memenuhi

standar alginat sebagai food grade, namun jika dilihat dari kemurniannya, alat penyaringan dengan *filter press* menghasilkan alginat yang lebih murni dibandingkan dengan vibrator. Hal ini dilihat dari mutu viskositas alginat yang diperoleh, dimana viskositas alginat hasil penyaringan dengan *filter press* memiliki viskositas lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas alginat hasil penyaringan vibrator.

KESIMPULAN

Karakteristik Na-alginat yang dihasilkan dari alat penyaring *filter press* memiliki kualitas relatif lebih baik dibandingkan dengan Na-alginat yang dihasilkan dari alat penyaring vibrator. Hasil analisis fisik dan kimia alginat hasil penyaring *filter press* memiliki nilai rata-rata rendemen $10,91 \pm 4,33\%$, viskositas $82,66 \pm 112,46$ cP, derajat putih $60,53 \pm 9,09\%$, kekuatan gel $353,54 \pm 184,51$ g/cm², sineresis $2,99 \pm 0,55\%$, kadar air $13,31 \pm 0,77\%$, kadar abu $26,69 \pm 0,82\%$ dan pH $6,05 \pm 0,57$. Na-alginat yang dihasilkan alat penyaring *filter press* memiliki karakteristik tepung berwarna putih, kekuatan gel tinggi, kekentalan larutan tinggi dan sineresisnya lebih rendah dibandingkan alat penyaring vibrator.

DAFTAR PUSTAKA

Anggadiredja J, Zatnika A, Purwoto H, Istini S. 2008. Rumput Laut. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.

Basmal J, Wikanta T, Tazwir. 2002. Pengaruh kombinasi perlakuan kalium hidroksida dan natrium karbonat dalam ekstraksi natrium alginat terhadap kualitas produk yang dihasilkan. *Jurnal Panelis Perikanan Indonesia*. (6): 45-52.

Basmal J, Utomo BSB, Tazwir, Murdinah, Wikanta T, Marraskuranto E, Kusumawati R. 2012. Pengembangan Produksi Alginat Skala Pilot dan Pemanfaatannya dalam Produk Pangan dan Non Pangan. Laporan Teknis. Jakarta (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

[BSN] Badan Standar Nasional. 2013. SNI 01-2354.2-2006. Jakarta: Balai Besar Kimia dan Kemasan. <http://www.bbkk-litbang.go.id>. Diakses tanggal 09 September 2013.

[BSN] Badan Standar Nasional. 2013. SNI 01-2354.1-2006. Jakarta: Balai Besar Kimia dan Kemasan. <http://www.bbkk-litbang.go.id>. Diakses tanggal 09 September 2013.

Cardenas A, Monal, WA, Goycoolea, FM, Ciapara, IH, Peniche, C. 2003. Diffusion through Membranes of the Polyelectrolyte Complex of Chitosan and Alginate. *Macromol Biosci*. 535-539.

Draget KI. 2001. Effects of molecular weight and elastic segment flexibility on syneresis in Ca-alginate gels. *Food Hydrocolloids* (15): 485-490.

[FCC] Food Chemical Codex. 2004. Food Chemical Codex. 5th ed. National Academic of Science. Washington D.C. (5):155-195; 995 pp

FAO. 2009. JECFA for food additives. http://www.fao.org/ag/agn/jefca_additives/details.html?id=679. Diakses pada tanggal 14 Mei 2014.

Herdini. 2008. Mikroenkapsulasi ekstrak rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) tersalut gel kitosan-alginat [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

JECFA. 2007. JECFA for food additives. <http://www.fao.org>. Diakses tanggal 14 Mei 2013.

Husni A, Subaryono, Pranoto Y, Tazwir, Ustadi. 2012. Pengembangan metode ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. sebagai bahan pengental. *Agriculture Technology*. 32(1): 1-8.

JECFA. 2007. Compendium of food additive specifications. Roma, Italia,

Permana RA. 2008. Karakteristik serbuk minuman sari buah jeruk lemon (*Citrus medica* var lemon) dengan penambahan Na-alginat yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum filipendula* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Permana RA. 2008. Karakteristik serbuk minuman sari buah jeruk lemon (*Citrus medica* var lemon) dengan penambahan Na-alginat yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum filipendula* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Marrs WM, Titoria P. 2004. Third Generation Gels. Dalam Gums and Stabilisers for the Food Industry 12. Edited by PA Williams

- and GO Philips. UK: The Royal Society of Chemistry.
- McHugh DJ. 2008. Production, Properties and Uses of Alginates. In Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org>. Diakses tanggal 28 Mei 2013.
- Murdinah F, Ghifar SY, Cholid. 2009. Processing of Edible Coating Made of Alginate Using CaCl₂ and Ca-lactate as Gelling Agents. *Journal of marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology* (special ed.): 59-65.
- Rasyid A. 2010. Ekstraksi natrium alginat dari alga Cokelat *Sargassum echinocarpum*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(3): 393-400.
- Reis CP, Neufeld RJ, Vilela S, Ribeiro AJ, Veiga F. 2006. Review and current status of emulsion/dispersion technology using internal gelation process of the design of alginate particles. *Journal of Microencapsulation*. 23: (3) 245-257.
- Robin SR, Allan W. 2009. An Introduction to Phycology. Blackweel Scientific Publications.
- Septiana AT, Asnani A. 2012. Kajian Sifat fisiko-kimia ekstrak rumput laut cokelat *Sargassum duplicatum* menggunakan berbagai pelarut dan metode ekstraksi. *Jurnal Agroindustrial Teknologi*. (6): 22-28.
- Sinurat E, Murdinah. 2007. Aplikasi alginat sebagai bahan pengental pada pencapan batik. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2(1): 1-8.
- Sinurat E, Rosmawaty P, Saepudin E. 2011. Ekstraksi dan uji aktivitas fukoidan dari rumput laut cokelat (*Sargassum crassifolium*) sebagai antikoagulant. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 6(2): 131-138.
- Sinurat E, Agustina. 2012. Optimasi pH Ca-Alginat dan rumput laut cokelat sebagai absorben. Prosiding Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan IV. ISBN: 978-602-19699-2-2. Hal 183-188.
- Siswati J. 2002. Kajian ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. serta aplikasinya sebagai penstabil es krim [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Subaryono. 2009. Karakterisasi pembentukan gel alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Subaryono, Siti NKA. 2010. Pengaruh dekantasi filtrat pada proses ekstraksi alginat dari *Sargassum* sp. terhadap mutu yang dihasilkan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5(2): 165.
- Suwarda DID. 2016. Studi pembuatan natrium alginat dari *Sargassum* sp. menggunakan metode ekstraksi modifikasi dengan penambahan natrium karbonat dan karakterisasinya. [skripsi]. Lampung (ID): Universitas Lampung.
- Syafarini I. 2009. Karakteristik produk tepung es krim dengan penambahan hidrokoloid karaginan dan alginat [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Bogor (ID): M-Brio Press.
- Winarno FG. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Jakarta (ID): Pustaka Sinar Harapan.
- Yunizal. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. Jakarta (ID): Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.