

KARAKTERISTIK NATRIUM ALGINAT RUMPUT LAUT COKELAT *Sargassum fluitans* DENGAN METODE EKSTRAKSI YANG BERBEDA

Annisa Ajeng Maharani, Amir Husni*, Nurfitri Ekantari

Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Jalan Flora Gedung A4 Bulaksumur Yogyakarta 55281

*Korespondensi: a-husni@ugm.ac.id

Diterima: 5 Juni 2017/ Disetujui: 9 Desember 2017

Cara sitasi: Maharani AA, Husni A, Ekantari N. 2017. Karakteristik natrium alginat rumput laut cokelat *Sargassum fluitans* dengan metode ekstraksi yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 478-487.

Abstrak

Alginat merupakan metabolit primer yang banyak dibutuhkan industri pangan maupun nonpangan. Metode ekstraksi alginat dari rumput laut berpengaruh pada viskositas dan rendemen yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode ekstraksi terhadap karakteristik dan kualitas natrium alginat *Sargassum fluitans* serta biaya ekstraksi yang diperlukan. Penelitian ini menggunakan dua metode ekstraksi yang berbeda yaitu metode ekstraksi asam dan kalsium. Parameter kualitas yang dilakukan pengujian meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, pH, derajat putih, dan analisis gugus fungsi, serta dilakukan pula analisis biaya ekstraksi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ekstraksi alginat *S. fluitans* metode asam menghasilkan natrium alginat dengan kualitas yang lebih baik dari metode kalsium namun mengeluarkan biaya yang lebih tinggi. Natrium alginat yang dihasilkan dengan metode asam memiliki nilai viskositas $127,17 \pm 11,50$ cps dengan rendemen $9,95 \pm 0,31\%$ serta kadar air dan kadar abu yang dihasilkan cukup rendah yaitu $9,35 \pm 0,31\%$ dan $21,88 \pm 0,41\%$.

Kata kunci: asam, kalsium, presipitasi, viskositas

Effect of Extraction Methods on Characteristic of Sodium Alginate from Brown Seaweed Sargassum fluitans

Abstract

Alginate is a primary metabolite that is needed in food and non food industries. Alginate extraction method of seaweed affect on viscosity and yield of the alginate. This study aimed to determine the effect of extraction methods on characteristic and quality of sodium alginate *Sargassum fluitans* and the extraction cost needed. This study used two different extraction methods which were acid alginate method and calcium alginate method. Quality parameters observed include yield, moisture content, ash content, viscosity, pH, whiteness index, and functional group analysis, also extraction cost analysis. The results showed that alginate extraction of *S. fluitans* by alginic acid method produced better sodium alginate quality than using calcium alginate method, but the cost higher. Sodium alginate produced by alginic acid method had high viscosity (127.17 ± 11.50 cps) with yield $9.95 \pm 0.31\%$. The moisture and ash content of the product was low or $9.35 \pm 0.31\%$ and $21.88 \pm 0.41\%$, respectively.

Keywords: acid, calcium, precipitation, viscosity

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara maritim dengan panjang pantai sekitar 81.000 km, kawasan lautnya mengandung sumberdaya hayati yang besar dan keanekaragaman tinggi (Dahuri 2003). Salah satu sumberdaya hayati laut yang potensial untuk dikembangkan adalah rumput laut. Rumput laut yang banyak

tumbuh secara alami di perairan Indonesia adalah *Sargassum* sp., salah satunya adalah *Sargassum fluitans* yang ditemukan di Perairan Kepulauan Alor, Nusa Tenggara Timur (Basmal *et al.* 2013; Eriningsih *et al.* 2014). Mushollaeni dan Rusdiana (2011) melaporkan bahwa rumput laut kelompok *Sargassum* sp., misalnya *S. crassifolium* dan *S. duplicatum*

merupakan rumput laut cokelat yang lebih banyak mengandung alginat dibandingkan rumput laut cokelat lain, contohnya *Padina* sp. dan *Turbinaria* sp.

Alginat merupakan metabolit primer senyawa hidrokoloid penting sehingga banyak dimanfaatkan oleh industri pangan sebagai pengental, pembentuk gel, stabilizer, dan bahan pengemulsi. Selain industri pangan, pemanfaatan alginat juga banyak dimanfaatkan oleh industri non pangan sebagai bahan pengental pada tekstil printing dan pencapan batik (Subaryono 2010). Alginat dalam rumput laut didapatkan melalui proses ekstraksi. Beberapa metode ekstraksi telah banyak dilakukan namun belum optimal karena rendahnya viskositas yang dihasilkan dan tingginya biaya ekstraksi yang dikeluarkan.

Penelitian mengenai ekstraksi alginat dengan menggunakan *Sargassum* sp. telah dilakukan oleh Mushollaeni dan Rusdiana (2011), Pamungkas *et al.* (2013), Aristya *et al.* (2017); Kasim *et al.* (2017), dan Sukmaet *et al.* (2017). Viskositas yang didapatkan memiliki nilai yang cukup rendah berkisar 8 -39 cps dengan rendemen mulai dari 1,82-36,55%. Viskositas dan rendemen yang rendah dapat dipengaruhi antara lain oleh metode ekstraksi dan lokasi perairan tempat *Sargassum* tumbuh berbeda. Sejauh ini belum ada penelitian tentang ekstraksi alginat rumput laut khususnya jenis *Sargassum* dari Perairan Alor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas natrium alginat dari *S. fluitans* menggunakan metode ekstraksi asam dan kalsium serta kebutuhan biaya ekstraksi yang dikeluarkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah *S. fluitans* dari Kepulauan Alor. Bahan kimia yang digunakan meliputi: KOH, CaCl₂, isopropil alkohol, larutan buffer, Na₂CO₃ (KGaA, Germany), formalin, HCl (Mallinckrodt Chemicals, USA), etanol teknis, NaOCl (PT. Brataco), akuades, dan alginat (Sigma).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode laboratorium rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan 1 sampel yaitu *S. fluitans* dengan 3 perlakuan yaitu metode asam alginat, kalsium alginat, dan alginat komersial, masing-masing 3 ulangan. Uji statistik dilakukan dengan ANOVA dilanjutkan uji BNT-Fisher (beda nyata terkecil) tingkat kepercayaan 95% dan uji T-test independent untuk analisis data rendemen. Pengujian yang dilakukan meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, pH, derajat putih, analisis gugus fungsi dan analisis ekonomi biaya ekstraksi

Preparasi rumput laut *S. fluitans* dilakukan dengan cara sampel *S. fluitans* basah dicuci menggunakan air mengalir kemudian direndam dalam larutan KOH 0,1% selama 1 jam lalu dicuci dan dikeringkan dengan cara kering angin hingga kadar airnya <15%, setelah itu dihaluskan dengan blender hingga berbentuk bubuk. Metode ekstraksi yang dilakukan mengacu pada Husniet *al.*, (2012) menggunakan dua metode ekstraksi yaitu asam dan kalsium alginat. Ekstraksi alginat metode asam dilakukan menggunakan 100 gram bubuk *S. fluitans* kemudian direndam dengan HCl 1% dengan rasio 1:30 (b/v) selama 1 jam dan dicuci bersih hingga pH netral. Setelah itu dilakukan ekstraksi menggunakan larutan Na₂CO₃ 2% (1:30;b/v) dalam *waterbath shaker* pada suhu 60-70 °C selama 2 jam lalu diambil filtratnya menggunakan saringan ukuran 150 mesh. Pemucatan filtrat dilakukan menggunakan NaOCl 10% sebanyak 4% dari volume filtrat hingga berwarna kuning gading selama 30 menit kemudian dititrasi dengan HCl 10% sampai pH 2,8-3,2. Asam alginat dikonversi menjadi natrium alginat menggunakan Na₂CO₃ 10% hingga pH netral, lalu dituang pada isopropil alkohol sambil diaduk dan dibiarkan 30 menit. Natrium alginat yang didapat dikeringkan dibawah sinar matahari selama 12 jam sampai kadar air alginat <12%.

Ekstraksi alginat metode kalsium menggunakan 100 gram bubuk *S. fluitans*

kemudian direndam dalam formalin 0,4% selama 6 jam. Setelah itu dilakukan perendaman sampel dalam larutan HCl 1% dengan rasio 1:30 (b/v) selama 1 jam dan dicuci hingga pH netral. Ekstraksi dilakukan dengan larutan Na_2CO_3 2% (1:30;b/v) pada suhu 60°C - 70°C selama 2 jam. Filtrat hasil ekstraksi kemudian disaring menggunakan nilon dan dilakukan floatation selama 3 jam. Pengendapan kalsium alginat dilakukan dengan penambahan larutan CaCl_2 0,5M sampai terbentuk serat kalsium alginat lalu dilakukan pemucatan dengan penambahan NaOCl teknis. Kalsium alginat dikonversi menjadi asam alginat melalui 3 kali proses perendaman dalam larutan HCl 0,5 M. masing-masing selama 8 jam, kemudian gel asam alginat dipres sampai kadar airnya sekitar 25%. Gel asam alginat kemudian dikonversi menjadi natrium alginat dengan menambahkan bubuk Na_2CO_3 sambil diuleni lalu direndam dalam etanol teknis kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 12 jam sampai kadar air alginat <12%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Bahan Baku

Hasil pengujian natrium alginat pada penelitian ini meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, pH, derajat putih, analisis gugus fungsi natrium alginat dan analisis biaya ekstraksi. Hasil rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, pH, dan derajat putih disajikan pada Tabel 1.

Rendemen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan melalui metode kalsium memiliki nilai yang lebih tinggi ($11,70\pm 0,41\%$) dari metode asam

($9,95\pm 0,31\%$). Hasil uji T-test independent menunjukkan bahwa metode ekstraksi alginat berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan. Tingginya rendemen metode kalsium diduga dipengaruhi oleh tingginya kadar air yang masih terperangkap dalam bahan sehingga meningkatkan rendemen yang dihasilkan. Selain pengaruh kadar air dalam bahan, tingginya rendemen pada metode kalsium dapat disebabkan karena terdapat proses pengendapan kalsium alginat dengan penambahan ion Ca^+ menggunakan CaCl_2 0,5 M.

Ekstraksi alginat *Sargassum* sp. telah dilaporkan oleh Husni *et al.* (2012) yang menunjukkan hasil serupa dengan penelitian ini yaitu rendemen tertinggi dihasilkan oleh alginat yang diekstrak dengan metode kalsium. Didukung oleh penelitian Latifi *et al.* (2015) menggunakan *Sargassum* sp., metode ekstraksi kalsium alginat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi (25,02-30,01%) dibanding metode asam (12,13-16,52%). Penambahan CaCl_2 pada filtrat alginat menyebabkan timbulnya endapan kalsium alginat yang berbentuk serat-serat putih berukuran besar dan kasar karena ion Ca^+ yang dicampur dengan filtrat akan berikatan dengan alginat sehingga membentuk ikatan silang antar molekul alginat kemudian mengendap (Husni *et al.* 2012). Draget *et al.* (1998) melaporkan bahwa ion Ca^+ mampu berikatan dengan guluronat dalam alginat dan menyediakan daerah penghubung bagi terjadinya ikatan silang antar molekul alginat. Semakin tinggi CaCl_2 , maka ion Ca^+ yang dilepaskan ke dalam sistem akan semakin tinggi, sehingga menghasilkan ikatan silang yang lebih banyak kemudian mengendap sehingga dapat meningkatkan rendemen.

Tabel 1 Hasil pengujian natrium alginat hasil ekstraksi dan komersial

Parameter	Metode asam	Metode kalsium	Natrium alginat komersial
Rendemen (%)	$9,95\pm 0,31^b$	$11,70\pm 0,41^a$	-
Kadar Air (%)	$9,35\pm 0,31^b$	$11,22\pm 0,22^a$	$11,35\pm 0,26^a$
Kadar Abu (%)	$21,88\pm 0,41^a$	$22,03\pm 1,58^a$	$19,76\pm 0,74^a$
Viskositas (cps)	$127,17\pm 11,50^a$	$13,15\pm 2,24^b$	$11,77\pm 2,15^b$
pH	$7,40\pm 0,10^b$	$7,77\pm 0,25^a$	$7,20\pm 0,10^b$
Derajat Putih	$73,43\pm 3,09^a$	$75,30\pm 4,83^a$	$83,00\pm 7,73^a$

Keterangan: Nilai dengan notasi yang berbeda menunjukkan ada beda nyata ($p < 0,05$).

Kadar air

Hasil penelitian menunjukkan kadar air natrium alginat metode asam ($9,35 \pm 0,31\%$) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan metode kalsium ($11,22 \pm 0,22\%$) dan alginat komersial ($11,35 \pm 0,26\%$). Berdasarkan uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi alginat berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan. Kadar air yang rendah pada metode asam diduga karena pengaruh larutan yang digunakan saat dilakukan pemurnian dan pengendapan natrium alginat serta kemampuannya dalam menarik air. Pemurnian dan pengendapan natrium alginat pada metode asam dilakukan menggunakan isopropil alkohol pro-analisis sedangkan pada metode kalsium menggunakan larutan etanol teknis. Rahayu *et al.* (2012) melaporkan bahwa penggunaan isopropil alkohol lebih efisien dan menguntungkan dibandingkan dengan jenis alkohol lainnya seperti metanol dan etanol. Menurut Jian *et al.* (2014), pengendapan dengan isopropil alkohol lebih efektif dibanding etanol karena isopropil alkohol memiliki atom karbon yang mengikat gugus hidroksil (-OH) yang juga berikatan dengan dua karbon lain. Hal ini menyebabkan isopropil alkohol bersifat polar dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air sehingga gugus (-OH) pada isopropil alkohol dapat dengan mudah menarik molekul air dalam alginat dan menyebabkan alginat berbobot molekul tinggi kemudian mengendap sehingga meningkatkan viskositas alginat yang dihasilkan. Konsentrasi isopropil alkohol yang digunakan semakin tinggi maka viskositas semakin tinggi karena penarikan kadar air oleh isopropil alkohol menjadi lebih efektif (Zailanie *et al.* 2001). Pengeringan alginat dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menjemur dibawah sinar matahari selama 12 jam. Meskipun metode pengeringan yang dilakukan terhadap metode ekstraksi sama, namun hasil kadar air yang didapat menunjukkan adanya perbedaan. Perbedaan kadar air ini dipengaruhi oleh faktor cuaca dan kelembaban lingkungan sehingga menyebabkan kadar air yang didapat berbeda-beda.

Kadar air metode asam, kalsium dan alginat komersial memiliki nilai dibawah

<15%. Perlakuan perendaman rumput laut dalam larutan KOH 0,1% dilakukan dalam penelitian ini, hal ini dapat menyebabkan rendahnya kadar air dalam natrium alginat yang dihasilkan karena larutan KOH dapat mengurangi garam-garam mineral dalam rumput laut. Garam mineral tersebut bersifat higroskopis, sehingga dapat menyebabkan tingginya kadar air natrium alginat (Anwar *et al.* 2014).

Kadar abu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar abu natrium alginat terendah dihasilkan oleh alginat komersial sebesar $19,76 \pm 0,74\%$, sedangkan kadar abu pada metode asam alginat sebesar $21,88 \pm 0,41\%$ dan kalsium alginat sebesar $22,03 \pm 1,58\%$. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa metode ekstraksi tidak berpengaruh terhadap hasil kadar abu natrium alginat. Hal ini dapat disebabkan oleh perlakuan perendaman rumput laut segar dalam larutan KOH dengan konsentrasi yang sama pada saat persiapan awal rumput laut yaitu 0,1% sehingga menghasilkan kadar abu yang tidak berbeda nyata. Hal ini didukung oleh penelitian Darmawan *et al.* (2006), perendaman rumput laut dalam larutan KOH 0,1% menghasilkan natrium alginat dengan kadar abu yang rendah karena KOH 0,1% dapat mengurangi kandungan mineral dalam natrium alginat yang dihasilkan. Perendaman rumput laut dalam larutan HCl 1% sebelum dilakukan ekstraksi terbukti dapat menurunkan kadar abu natrium alginat. Susanto *et al.* (2001) telah membuktikan bahwa perendaman rumput laut dalam HCl konsentrasi 1% dapat menurunkan kadar abu hingga 6% dari kadar abu awal.

Hasil kadar abu hasil penelitian jika dibandingkan dengan standar mutu industri pangan (*food grade*) yang ditetapkan oleh FCC (1981) dan industri tekstil printing sudah memenuhi standar, yaitu sebesar 18-27%. Perbedaan kadar abu natrium alginat dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah habitat dan kondisi perairan rumput laut tumbuh. Menurut Mushollaeni dan Rusdiana (2011), rumput laut yang habitatnya mengambang dan tidak

bersentuhan dengan dasar pantai memiliki kadar abu yang lebih rendah. Kadar abu yang rendah dapat disebabkan oleh adanya sedikit residu yang tidak mudah terbakar seperti mineral dalam rumput laut. Rendahnya kadar abu juga menunjukkan bahwa sampel tidak terkontaminasi oleh organisme berkapur yang tidak dapat hilang ketika pencucian (Chee *et al.* 2011).

Viskositas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai viskositas terbaik dihasilkan oleh metode asam. Berdasarkan hasil uji ANOVA, metode ekstraksi berpengaruh terhadap viskositas alginat. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa viskositas alginat komersial tidak berbeda nyata dengan metode kalsium namun berbeda nyata dengan metode asam. Viskositas alginat komersial ($11,77 \pm 2,15$ cps) lebih rendah dibanding metode kalsium ($13,15 \pm 2,24$ cps) dan asam ($127,17 \pm 11,50$ cps). Viskositas tinggi yang dihasilkan melalui metode asam disebabkan karena pada metode asam tidak melalui proses pembentukan kalsium alginat dengan CaCl_2 sehingga rantai alginat tidak banyak terpotong. Proses yang dilakukan saat ekstraksi alginat semakin banyak, maka semakin banyak rantai panjang alginat yang terpotong menjadi rantai pendek sehingga menurunkan viskositas natrium alginat.

Menurut Husni *et al.* (2012), natrium alginat yang dihasilkan melalui metode kalsium memiliki kemurnian yang rendah sehingga viskositas yang dihasilkan rendah pula. Hal ini disebabkan karena pada saat proses konversi kalsium alginat menjadi asam alginat dengan HCl, masih terdapat residu ion Ca^+ yang belum terkonversi secara sempurna menjadi asam alginat sehingga menurunkan viskositas yang dihasilkan. Viskositas natrium alginat hasil penelitian yang tinggi metode asam dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi larutan yang digunakan ketika proses pemurnian. Larutan yang digunakan ketika pemurnian natrium alginat pada metode asam menggunakan isopropil alkohol pro-analisis sedangkan pada metode kalsium menggunakan etanol teknis. Menurut Jian *et al.* (2014), pengendapan

dengan isopropil alkohol lebih efektif dibanding etanol karena isopropil alkohol memiliki atom karbon yang mengikat gugus hidroksil (OH) yang juga berikatan dengan dua karbon lain. Konsentrasi isopropil alkohol yang digunakan semakin tinggi, maka semakin tinggi pula viskositas yang didapatkan. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi isopropil alkohol yang digunakan, kemampuan larutan untuk menarik air dalam natrium alginat semakin baik sehingga viskositas meningkat (Zailanie *et al.* 2001).

pH

Hasil penelitian menunjukkan metode kalsium memiliki pH lebih tinggi yaitu $7,77 \pm 0,25$ dibandingkan dengan pH metode asam sebesar $7,40 \pm 0,10$ dan pH alginat komersial yang memiliki nilai lebih rendah sebesar $7,20 \pm 0,10$. Berdasarkan hasil uji ANOVA, diketahui bahwa metode ekstraksi berpengaruh nyata terhadap nilai pH natrium alginat yang dihasilkan. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa natrium alginat hasil metode kalsium memiliki nilai pH tertinggi yang berbeda nyata dengan metode asam dan alginat komersial, sedangkan natrium alginat metode asam dan alginat komersial memiliki nilai yang tidak beda nyata.

Bahar *et al.* (2012) menyatakan bahwa alginat stabil pada pH 5-10 sedangkan pada pH yang lebih tinggi dari nilai tersebut dapat menyebabkan viskositas yang dihasilkan sangat kecil karena terdegradasinya β -eliminatif. Susanto *et al.* (2001) melaporkan bahwa semakin asam pH natrium alginat yang dihasilkan, maka akan bersifat lebih sensitif dan tidak stabil sehingga menyebabkan depolimerisasi alginat dalam larutan. FCC (1981) telah menetapkan standar mutu natrium alginat industri pangan yaitu sebesar 3,5–10. Jika dibandingkan dengan standar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil natrium alginat yang didapatkan sudah sesuai dengan standar mutu industri pangan (*food grade*).

Derajat putih

Hasil penelitian menunjukkan alginat komersial memiliki warna yang lebih putih dibanding kedua alginat hasil ekstraksi. Hasil

Tabel 2 Nilai notasi Hunter L*a*b natrium alginat

Perlakuan	L	a	b	WI
Metode Asam	74,90±3,13 ^a	3,56±0,24 ^b	7,93±0,52 ^a	73,43±3,09 ^a
Metode Kalsium	78,10±4,83 ^a	6,59±0,32 ^a	9,18±2,19 ^a	75,30±4,83 ^a
Alginat Komersial	85,60±7,70 ^a	4,56±1,06 ^b	7,24±0,87 ^a	83,00±7,73 ^a

Keterangan: Nilai dengannotasi yang berbeda menunjukkan ada beda nyata ($p < 0,05$). WI: Whiteness index (derajat keputihan), L: Parameter kecerahan, a:(+) dari 0 hingga 100 untuk warna merah, (-) a dari nilai 0 hingga -80 untuk warna hijau, b:(+) dari 0 hingga 70 untuk warna kuning, minus (-) dari 0 hingga -80 untuk warna biru.

uji nilai notasi hunter L*a*b bubuk natrium alginat dan produk bubuk natrium alginat yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji ANOVA, metode ekstraksi tidak berpengaruh terhadap nilai derajat putih yang dihasilkan yang ditunjukkan dari persamaan nilai notasi WI (*whiteness index*). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai L* yang didapat tidak berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan bahwa kecerahan bubuk alginat hasil ekstraksi dengan alginat komersial menghasilkan kecerahan yang sama. Bubuk natrium alginat metode asam, kalsium, dan alginat komersial menghasilkan nilai a* positif yang menunjukkan warna kemerahan. Hasil uji ANOVA notasi hunter a* menunjukkan bahwa metode kalsium alginat berbeda nyata dengan metode asam dan alginat komersial. Nilai notasi hunter a* yang tinggi pada metode kalsium dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi dan jumlah NaOCl yang digunakan ketika proses pemucatan. Meskipun nilai notasi a* yang

dihasilkan lebih tinggi, alginat yang dihasilkan pada metode kalsium menghasilkan nilai WI (*whiteness index*) yang tidak berbeda nyata dengan dua metode lain karena nilai WI (*whiteness index*) didapatkan dari perpaduan antara ketiga notasi hunter L* a* dan b*. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai notasi hunter b* tidak berbeda nyata. Ketiga natrium alginat hasil penelitian menghasilkan nilai b* positif yang menunjukkan warna kekuningan.

Analisis gugus fungsi

Menurut Juet *al.* (2002), natrium alginat memiliki 3 puncak spesifik, yaitu ikatan hidroksil pada daerah serapan sekitar 3500 cm^{-1} , COO⁻ asimetris pada daerah serapan sekitar 1620 cm^{-1} dan COO⁻ simetris pada daerah serapan sekitar 1410 cm^{-1} . Menurut Bahar *et al.* (2012), sidik jari khas guluronat ditunjukkan pada daerah serapan 890–900 cm^{-1} sedangkan sidik jari manuronat terdapat pada daerah serapan 810–850 cm^{-1} . Nilai gelombang yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai gelombang gugus fungsi

Alginat Metode Asam (cm^{-1})	Alginat Metode Kalsium (cm^{-1})	Alginat komersial (cm^{-1})	Referensi Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Interpretasi Gugus Fungsi (cm^{-1})
3425,58–3448,72	3425,58 -3456,44	3425,58 -3448,72	3500 ^a	Gugus hidroksil (O-H)
1620,21	1604,77 -1620,21	1604,77 -1620,21	1620 ^a	COO ⁻ asimetris
1033,85	1033,85	1033,85	1023,4 ^b	Gugus karboksil (C-O)
894,97	879,54-894,97	887,26 -894,97	890-900 ^c	Sidik jari guluronat
948,98	941,26-948,98	948,98	948,1 ^b	CO stretching uronic acid
1419,61	1411,89 -1419,61	1419,61	1410 ^a	COO ⁻ simetris

Keterangan: ^aJu *et al.* (2002), ^bSergios *et al.* (2010), ^cBahar *et al.* (2012)

Spektrum alginat komersial yang digunakan sebagai standar memiliki gugus hidroksil (O-H) ditunjukkan oleh daerah serapan 3.425,58-3.448,72 cm^{-1} , daerah serapan 1.604,77-1.620,21 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus COO- asimetris, dan daerah serapan 1033,85 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karboksil (C-O). Sidik jari guluronat pada natrium alginat komersial terdeteksi pada daerah serapan 887,26-894,97 cm^{-1} dan daerah serapan 1419 cm^{-1} yang menunjukkan gugus COO- simetris. Jika dibandingkan dengan natrium alginat hasil ekstraksi, kedua natrium alginat hasil ekstraksi menunjukkan spektrum serapan yang sama dengan natrium alginat komersial yaitu adanya gugus hidroksil (O-H), gugus COO- asimetris, gugus karboksil (C-O), sidik jari guluronat, dan COO- simetris. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa natrium alginat hasil ekstraksi mempunyai gugus fungsi yang sama dengan natrium alginat komersial dan sesuai dengan standar menurut Ju *et al.* (2002) yaitu memiliki 3 puncak spesifik yang terdiri dari gugus hidroksil, COO- asimetris, dan COO- simetris.

Analisis gugus fungsi natrium alginat dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu Mushollaeni dan Rusdiana (2011) juga Bahar *et al.* (2012). Spektrum yang dihasilkan menunjukkan bahwa natrium alginat yang dihasilkan terdiri dari gugus hidroksil (O-H) pada daerah serapan 3.446,79-3.457 cm^{-1} , gugus COO- asimetris pada daerah serapan 1.614,42-1617 cm^{-1} , gugus karboksil (C-O) pada daerah serapan 1.029,99-1.126,43 cm^{-1} , dan gugus COO- simetris pada daerah serapan 1.415,75 cm^{-1} . Jika dibandingkan dengan kedua penelitian sebelumnya, analisis gugus fungsi hasil penelitian menunjukkan adanya kemiripan yaitu adanya gugus hidroksil (O-H), COO- asimetris, gugus karboksil (C-O), dan COO- simetris.

Analisis ekonomi biaya ekstraksi

Analisis biaya ekstraksi natrium alginat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dikeluarkan ketika melakukan ekstraksi. Proses ekstraksi dimulai dari persiapan rumput laut kering hingga menjadi bubuk natrium alginat, kemudian dibandingkan dengan natrium alginat

Tabel 4 Kebutuhan biaya ekstraksi asam dan kalsium alginat

Bahan	Kebutuhan			Biaya			
	Harga	Satuan	Asam	Kalsium	Asam	Kalsium	Komersial
Rumput laut kering (kg)	Rp. 7.500	1 kg	10	8,5	Rp. 75.000	Rp. 63.750	
HCl 37% (L)	Rp. 1.410.000	2.5 L	41,89	15,49	Rp. 23.626.000	Rp. 8.734.700	
Formalin (L)	Rp. 4.345.000	4 L	-	0,82		Rp. 895.600	
Na ₂ CO ₃ (kg)	Rp. 1.397.000	1 kg	8,13	5,23	Rp. 11.357.600	Rp. 7.302.800	
NaOCl (L)	Rp. 30.000	1 L	11,07	-	Rp. 332.100		
NaOCl Teknis (L)	Rp. 30.000	1 L	-	10,84	-	Rp. 325.125	
CaCl ₂ (kg)	Rp. 1.100.000	1 kg	-	9,38	-	Rp. 10.313.050	
Isopropil alkohol (PA) (L)	Rp. 532.000	2.5 L	53,33	-	Rp. 11.348.600		
Etanol Teknis (L)	Rp. 40.000	1 L	-	4,95		Rp. 198.220	
Total (Rp) / 1 kg natrium alginat					Rp. 46.739.300	Rp. 27.833.250	
Upah Tenaga Kerja					Rp. 1.000.000	Rp. 1.200.000	
Total biaya ekstraksi / 1 kg					Rp. 47.739.300	Rp. 29.033.250	Rp. 7.260.000

Keterangan: Biaya ekstraksi yang dikeluarkan per/1 kg natrium alginat

komersial yang diimpor dari Amerika Serikat. Proses produksi 1 kg natrium alginat menggunakan bubuk rumput laut *S. fluitans* sebanyak 10 kg untuk metode asam dan 8,5 kg untuk metode kalsium kemudian diasumsikan proses ekstraksi dilakukan oleh satu tenaga kerja, sehingga diharapkan dapat diaplikasikan oleh industri alginat dalam negeri. Kebutuhan biaya ekstraksi ketiga natrium alginat selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa natrium alginat metode asam mengeluarkan biaya yang sangat besar melebihi biaya ekstraksi kalsium dan alginat komersial yaitu Rp. 47.739.300 per/kg. Besarnya biaya ekstraksi asam alginat diduga karena kebutuhan larutan HCl yang lebih banyak ketika dilakukan proses pengendapan asam alginat dengan menggunakan HCl 10%. Selain itu, pemurnian alginat pada metode asam alginat menggunakan larutan isopropil alkohol pro-analisis dengan jumlah yang cukup besar sehingga menyebabkan tingginya biaya ekstraksi pada metode asam alginat.

Natrium alginat yang dihasilkan melalui metode kalsium mengeluarkan biaya yang lebih rendah dari metode asam alginat namun lebih besar dari natrium alginat komersial yaitu sebesar Rp. 29.033.250 per/kg. Hal ini disebabkan karena penggunaan kebutuhan HCl yang lebih rendah dari metode asam alginat dan perbedaan larutan yang digunakan ketika pemurnian natrium alginat. Larutan yang digunakan saat pemurnian pada metode kalsium adalah etanol teknis sehingga menghasilkan biaya yang lebih rendah dari metode asam.

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya biaya ekstraksi natrium alginat pada metode asam disebabkan oleh penggunaan larutan isopropil alkohol pro-analisis yang memiliki harga jauh lebih mahal dari larutan teknis. Hal ini mendorong untuk dilakukannya perhitungan analisis biaya ekstraksi natrium alginat yang menggunakan larutan yang sama, yaitu etanol teknis untuk metode asam dan kalsium alginat. Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa biaya ekstraksi asam alginat menggunakan etanol

teknis mengeluarkan biaya Rp. 38.523.900. Penggunaan etanol teknis pada metode asam dapat menghemat biaya ekstraksi sekitar 19,30% dari penggunaan isopropil alkohol pro-analisis, namun tetap lebih mahal dari metode kalsium.

Biaya natrium alginat terendah dihasilkan oleh natrium alginat komersial yang diproduksi oleh Sigma Aldrich yaitu sebesar Rp. 7.260.000 per/kg. Harga natrium alginat yang rendah sebanding dengan kualitas natrium alginat yang dihasilkan karena natrium alginat komersial memiliki viskositas rendah yaitu sebesar $11,77 \pm 2,15$ cps. Meskipun mengeluarkan biaya yang jauh lebih besar, natrium alginat hasil ekstraksi metode asam memiliki nilai viskositas yang jauh lebih tinggi 10 kali lipat dari alginat komersial yaitu $127,17 \pm 11,50$ cps, sehingga natrium alginat hasil ekstraksi melalui metode asam alginat dapat dijadikan alternatif lain sebagai pemasok lokal natrium alginat untuk industri pangan maupun non pangan.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa natrium alginat hasil ekstraksi metode asam dan kalsium alginat mengeluarkan biaya yang jauh lebih tinggi dibanding alginat komersial yang diimpor dari Amerika Serikat. Biaya ekstraksi pada metode asam lebih besar dari metode kalsium yaitu sebesar Rp. 47.739.300 per/kg sedangkan pada metode kalsium alginat sebesar Rp. 29.033.250 per/kg. Hasil perhitungan analisis biaya menunjukkan bahwa metode kalsium alginat dapat menghemat biaya ekstraksi sebesar 39,18% dari biaya metode asam alginat.

KESIMPULAN

Ekstraksi alginat *Sargassum fluitans* melalui metode asam menghasilkan natrium alginat dengan kualitas yang lebih baik dari metode kalsium ditunjukkan dengan nilai viskositas yang tinggi sebesar $127,17 \pm 11,50$ cps, dengan rendemen sebesar $9,95 \pm 0,31\%$, kadar air dan kadar abu cukup rendah yaitu $9,35 \pm 0,31\%$ dan $21,88 \pm 0,41\%$. Biaya ekstraksi metode asam lebih besar dibanding metode kalsium. Ekstraksi alginat *S. fluitans* dengan metode kalsium mampu menurunkan biaya

ekstraksi sebesar 39,18% dibanding metode asam, namun alginat yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan dana dari Skema Penelitian Prioritas Nasional Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun Anggaran 2016 Nomor Kontrak 015/SP2H/LT/DRPM/II/2016 dan Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian MP3EI Nomor: 996/UN1-P.III/LT/DIT-LIT/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar F, Djunaedi A, Santosa G W. 2013. Pengaruh konsentrasi KOH yang berbeda terhadap kualitas alginat rumput laut cokelat *Sargassum duplicatum* J.G. Agardh. *Journal Marine of Research*. 2(1): 7-14.
- Aristya IMTW, Bambang A, Arnata I W. 2017. Karakteristik mutu dan rendemen alginat dari ekstrak rumput laut *Sargassum* sp. dengan menggunakan larutan asam asetat. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(1): 81-92.
- Bahar R, Arief A, Sukriadi. 2012. Daya hambat ekstrak Na-alginat dari alga coklat jenis *Sargassum* sp. terhadap proses pematangan buah mangga dan buah jeruk. *Jurnal Indonesia Chimica Acta*. 5(2): 22-31.
- Basmal J, Bagus S, Tazwir, Murdinah, Wikanta T, Marraskuranto E, Kusumawati R. 2013. Membuat alginat dari rumput laut *Sargassum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Chee SY, Wong PK, Wong CL. 2011. Extraction and characterization of alginate from brown seaweed (*Fucales*, *Phaeophyceae*) collected from Port Dickson, Peninsular Malaysia. *Journal of Applied Phycology*. 23: 191-196.
- Dahuri R. 2003. Paradigma Baru Pembangunan Indonesia Berbasis Kelautan. Orasi Ilmiah Guru Besar Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Darmawan M, Tazwir, Hak N. 2006. Pengaruh perendaman rumput laut coklat dalam berbagai larutan terhadap mutu Natrium-alginat. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 9(1): 26-38.
- Draget KI, Steinsvag K, Onsoyen E, Smidsrod O. 1998. Na- and K-alginate; effect on Ca²⁺ gelation. *Carbohydrate Polymers*. 35: 1-6.
- Eriningsih R, Marlina R, Mutia T, Sana A W, Titis A. 2014. Eksplorasi kandungan pigmen dan alginat dari rumput laut cokelat untuk proses pewarnaan kain sutera. *Arena Tekstil*. 29(2): 73-80.
- FCC. 1981. Food Chemical Codex. Washington DC: National Academy Press.
- Husni A, Subaryono, Pranoto Y, Tazwir, Ustadi. 2012. Pengembangan metode ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. sebagai bahan pengental. *Agritech*. 32(1): 1-8.
- Jian HL, Lien XJ, Zhang WA, Zhang WM, Sun DE, Jiang JX. 2014. Characterization of fractional precipitation behaviour of galactomannan gums with etanol and isopropanol. *Food Hydrocolloids*. 40: 115-121.
- Ju HK, Kim SY, Kim SJ, Lee YM. 2002. pH/temperature-responsive semi-IPN hydrogels composed of alginate and poly (N-Isopropylacrylamide). *Journal of Applied Polymer Science*. 83(3): 1128-1139.
- Kasim S, Marzuki A, Sudir S. 2017. Effects of sodium carbonate concentration and temperature on the yield and quality characteristics of alginate extracted from *Sargassum* sp. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological, and Chemical Sciences*. 8(1): 660-668.
- Latifi AM, Nejad ES, Babavalian H. 2015. Comparison of extraction different methods of sodium alginate from brown alga. *Journal of Applied Biotechnology Reports*. 2(2): 251-255.
- Mushollaeni W, Rusdiana E. 2011. Karakterisasi Natrium alginat dari *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., dan *Padina* sp. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(1): 26-32.
- Pamungkas TA, RidloA, Sunaryo. 2013.

- Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas Natrium alginat rumput laut *Sargassum* sp. *Journal of Marine Research*. 2(3): 78-84.
- Rahayu LH, WardhaniDH, Abdullah. 2013. Pengaruh frekuensi dan waktu pencucian berbantu ultrasonik menggunakan isopropanol terhadap kadar glukomanan dan viskositas tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Universitas Diponegoro*. 9(1): 45-52.
- Sergios KP, Evangelos PK, Evangelos PF, Andreas AS, George ER, Fotios KK. 2010. Metal-carboxylate interactions in metal-alginate complexes studied with FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Research*. 345: 469-473.
- Subaryono. 2010. Modifikasi alginat dan pemanfaatan produknya. *Jurnal Squalen*. 5(1): 1-7.
- Sukma IWA, Harsojuwono BA, Arnata IW. 2017. Pengaruh suhu dan lama pemanasan ekstraksi terhadap rendemen dan mutu alginat dari rumput laut hijau *Sargassum* sp. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(1): 71-80.
- Susanto T, Rakhmadiono S, Mujiyanto. 2001. Karakterisasi ekstrak alginat dari *Padina* sp. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(2): 96-109.
- Zailanie K, Susanto T, Simon BW. 2001. Ekstraksi dan pemurnian alginat dari *Sargassum filipendula* kajian dari bagian tanaman, lama ekstraksi dan konsentrasi isopropanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(1): 10-27.