



Isolasi Alginat Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp.*) menggunakan Jalur Kalsium Alginat

Susiana Prasetyo S.*, Olivia Juliani dan Asaf Kleopas Sugih

Program Studi Teknik Kimia, FTI, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit No. 94, Bandung 40141

*E-mail: susianaprasetyo@yahoo.com

Abstract

Alginate has been widely used in industrial field because of its natural properties as gelling agent. Brown seaweed, especially Sargassum and Turbinaria as the alginate sources are widely grown in Indonesia; but unfortunately there has yet to be any alginate industry in Indonesia. Alginate content in Sargassum is considered quite large, about 35%, whereas alginate content in Turbinaria is only around 20-25%. In this research, sodium alginate was isolated from dried brown seaweed (Sargassum sp.) which first passed through the acid treatment using 0,5%-b/v HCl and alkaline treatment using 0,5%-b/v NaOH. Extraction was done in batch, using 2%-b/v Na₂CO₃ solvent. The chosen post-treatment method was through the Ca-alginate path with experimental design Reponse Surface Methods-Central Composite Design with 5 center point. The varied variable was the concentration of CaCl₂ (0,11 – 2,09 M) and the ratio of CaCl₂ solution/alginate extract (0,48 – 4,02 g/g). The result showed that higher concentration of CaCl₂ increased the yield, viscosity, and ash content. As the ratio of CaCl₂/alginate extract got higher, the viscosity had the tendency to decrease and the ash content increased. Yield of the obtained sodium alginate powder was 6,95 -30,7%; 1,48 – 11,85 cP viscosity; ash content about 18,46 – 52,65%; and water content around 6,14 – 8,32%. The optimum condition was obtained at CaCl₂ concentration of 1,02 M and the ratio of CaCl₂/alginate extract about 2,01 g/g with 27,72% yield, 11,38 cP viscosity, 19,56% ash content, and 6,14-8,32% water content of sodium alginate.

Keywords: seaweed, extraction, alginate, sodium alginate, calcium chloride method)

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara maritim terbesar, di mana dua per tiga bagian wilayahnya merupakan lautan dengan jumlah pulau sebanyak 17.508 serta garis pantai sepanjang 81.000 km. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki potensi sumber daya alam laut yang sangat besar (Nugroho, 2013). Berbagai macam komoditi hasil laut dihasilkan tiap tahunnya dan terus meningkat. Potensi laut tersebut terdiri dari berbagai jenis ikan serta rumput laut yang merupakan komoditas perikanan terbesar di Indonesia (Mushollaeni, 2011). Pada tahun 2011, *Food and Agriculture Organization (FAO)* menempatkan Indonesia sebagai penghasil rumput laut terbesar ke-2 di dunia setelah China; dengan jumlah produksi rumput laut kering sebesar 5,2 juta ton yang menyumbang sekitar 25% dari produksi global (Nugroho, 2013).

Rumput laut sebagai salah satu komoditi unggulan, terdapat di berbagai wilayah perairan di Indonesia mulai dari Pulau Sumatera hingga Papua dan dapat dipanen sepanjang tahun. Potensi rumput laut yang besar ini belum dimanfaatkan dengan optimal. Sebagian dari hasil budidaya rumput laut tersebut diekspor dalam bentuk mentah ke berbagai penjuru negara dan benua (Soesilo, 2013). Tidak hanya dimanfaatkan secara langsung, rumput laut juga dapat diolah sedemikian rupa menjadi produk yang sangat bermanfaat; beberapa diantaranya diolah menjadi agar, karagenan, serta alginat. Ketiga produk olahan rumput laut tersebut banyak dimanfaatkan baik di bidang pangan maupun non pangan (Mc Hugh 2003). Agar dan karagenan yang terkandung dalam rumput laut merah telah banyak diproduksi di Indonesia, bahkan Indonesia telah dapat mengekspor agar dan karagenan. Namun lain halnya dengan alginat, Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan alginat dalam negeri. Tingginya kebutuhan serta ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan inilah yang mengakibatkan negara harus mengimpor alginat dari negara lain. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia mencatat bahwa 5 tahun terakhir Indonesia mengimpor alginat dengan jumlah rata-rata 7.000 ton dengan nilai mencapai US\$ 1.272.236 (Nugroho, 2013).

Di sisi lain, belum adanya industri alginat di Indonesia juga merupakan salah satu faktor pendukung tingginya tingkat impor alginat; padahal alginat dapat diproduksi dengan teknologi yang sederhana, hanya saja belum banyak penelitian yang memberikan hasil yang memuaskan. Kementerian Kelautan dan Perikanan mencatat bahwa dari tahun 2008 hingga 2012 belum ada penelitian terkait pengolahan rumput laut menjadi alginat yang dilakukan oleh instansi



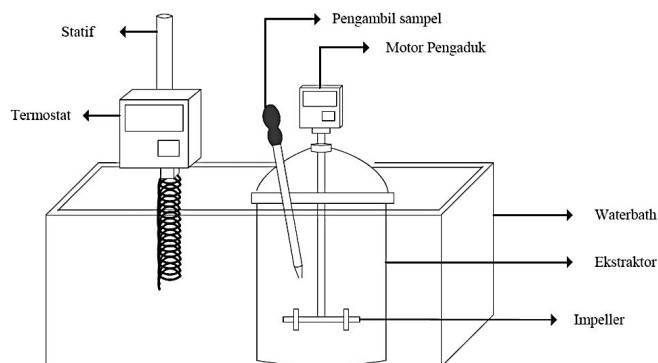
terkait, yaitu Loka Penelitian dan Pengembangan Budidaya Rumput Laut (Nugroho, 2013). Oleh karena itu, penelitian pengolahan rumput laut menjadi alginat merupakan tantangan tersendiri bagi dunia pendidikan dan sangat berpotensi untuk dikembangkan.

Alginat merupakan salah satu komponen penyusun dinding sel dari rumput laut coklat, dapat berupa berupa kalsium, magnesium, dan garam natrium dari asam alginat (Kimica, 1941). Alginat yang didapatkan dari eksperimen merupakan natrium alginat yang memiliki sifat kelaruan paling tinggi di dalam air (Fertah, 2013). Alginat merupakan polisakarida alami, membentuk rantai heteropolisakarida yang tersusun dari β -D-manuronat dan α -L-guluronat dengan perbandingan yang berbeda-beda bergantung pada jenis, umur, serta lokasi tumbuhnya rumput laut (Barsanti, 2006). Alginat dapat diisolasi dari rumput laut coklat dengan perendaman dalam larutan natrium karbonat yang dilanjutkan dengan *post-treatment* yang dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu: jalur kalsium alginat dan jalur asam alginat (Hernández, 2013). Proses ini bertujuan memisahkan natrium alginat dari pelarut natrium karbonat untuk mendapatkan produk natrium alginat yang terbebas dari pelarut (Fertah, 2013). Selama proses *post-treatment*, natrium alginat akan membentuk struktur gel oleh adanya ikatan rantai alginat dengan ion H^+ (jalur asam alginat) atau ion Ca^{2+} (jalur kalsium alginat) (Husni, 2012). Alginat banyak digunakan dalam berbagai sektor industri dan memiliki beberapa fungsi seperti pengental dan larutan pembentuk *gel*, penstabil buih, pengemulsi dan pendispersi, berperan juga dalam pembentukan kristal gula dan sebagai *controlled-release* dari rasa (Davis, 2004).

Peneliti terdahulu telah meneliti proses isolasi alginat dengan *pre-treatment* berupa perlakuan asam dan perlakuan basa. Perlakuan asam bertujuan untuk menghidrolisis dinding sel rumput laut yang terdiri dari selulosa, ligin, dan algin. Proses hidrolisis akan merusak struktur dinding sel sehingga membuka ruang antar dinding sel dan memperbesar akses berdifusinya pelarut saat proses ekstraksi (Osvaldo, 2012). Sedangkan proses perlakuan basa akan menyerang lignin, mempermudah pemutusan ikatan lignoselulosa sehingga ruang pada dinding sel semakin terbuka dan alginat pada rumput laut siap untuk diekstraksi (John, 2002). Proses ekstraksi dapat dilakukan menggunakan pelarut Na_2CO_3 (Fertah, 2013; Mushollaeni, 2011; Siraj, 1988; Zailanie, 2001; Jayasankar, 1993; Kokilam, 2013; Suzuki, 2003; Husni, 2012; Davis, 2004; Maharani, 2008). Davis (2004) membandingkan proses ekstraksi menggunakan Na_2CO_3 dengan $NaOH$ dan menyimpulkan bahwa ekstraksi menggunakan pelarut Na_2CO_3 memberikan nilai rendemen yang lebih baik. Pada proses *post-treatment*, sebagian besar meneliti dengan jalur asam alginat (Mushollaeni, 2011; Zailanie, 2001; Reeta, 1993; Davis, 2004; Maharani, 2008), namun penelitian dengan jalur kalsium alginat memberikan hasil alginat dengan kualitas yang lebih baik (Husni, 2012), dengan hasil sebagai berikut: pada variasi konsentrasi $CaCl_2$, memberikan hasil bahwa rendemen meningkat seiring meningkatnya konsentrasi $CaCl_2$ sedangkan viskositas tidak memberikan kecenderungan yang signifikan. Sedangkan penelitian dengan variasi rasio massa $CaCl_2$ /massa ekstrak alginat (Hernández, 2013), belum memberikan hasil yang signifikan, namun rasio sebesar 2,2:1 memberikan nilai rendemen paling tinggi. Berdasarkan penelitian Husni (2012) yang memberikan hasil kecenderungan rendemen meningkat, dimungkinkan adanya nilai konsentrasi $CaCl_2$ yang belum optimum, dan pada penelitian Hernández (2013) yang belum memberikan hasil yang signifikan, membuktikan bahwa masih adanya celah untuk penelitian lebih lanjut. Berdasarkan penelitian terdahulu, dipilih proses *pre-treatment* berupa perlakuan asam dan perlakuan basa, pelarut Na_2CO_3 untuk proses ekstraksi, serta proses *post-treatment* menggunakan jalur kalsium alginat dalam penelitian ini, dengan menggabungkan variasi kondisi yang dilakukan oleh Husni (2012) yang memvariasikan konsentrasi $CaCl_2$ dan Hernández (2013) yang memvariasikan rasio massa $CaCl_2$ /massa ekstrak alginat.

Metode Penelitian

Rumput laut yang digunakan adalah rumput laut coklat kering jenis *Sargassum sp.* hasil budidaya dari Tarakan, Kalimantan Utara. Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari ekstraktor *batch* berkapasitas 2000 mL dan dilengkapi dengan sistem pengaduk dan *waterbath* (disajikan pada **Gambar 1**) berikut:



Gambar 1 Rangkaian alat ekstraktor *batch*

Secara garis besar, penelitian ini terdiri atas 3 proses utama, yaitu:

- 1) *Pre-treatment*; dilakukan terhadap rumput laut kering berupa pemotongan rumput laut; perlakuan asam menggunakan larutan asam klorida 0,5%-b/v selama 30 menit; dilanjutkan dengan perlakuan basa menggunakan larutan NaOH 0,5%- b/v pada temperatur 60°C selama 60 menit.
- 2) Ekstraksi menggunakan pelarut Na₂CO₃ 2% dengan perbandingan umpan terhadap pelarut (F:S) sebesar 1:5 (b/v), pada temperatur 60°C selama 2 jam.
- 3) *Post-treatment* dengan memvariasikan konsentrasi CaCl₂ (0,11 – 2.09 M) dan rasio massa CaCl₂ terhadap massa ekstrak alginat (1 - 4.02.) menggunakan rancangan percobaan *Central Composite Design-Respon Surface Method* dengan 5 *center point*. Gel kalsium alginat yang diperoleh dari hasil perendaman menggunakan larutan CaCl₂, direndam dalam larutan asam klorida (HCl) 1% untuk mendapatkan gel asam alginat; kemudian dilakukan perendaman asam alginat dalam larutan etanol 96% selama 30 menit dengan perbandingan etanol:air sebesar 55:45. Untuk mendapatkan produk akhir berupa natrium alginat, gel tersebut direndam dalam larutan Na₂CO₃ 2%b/v, dikeringkan pada temperatur 55-58°C.

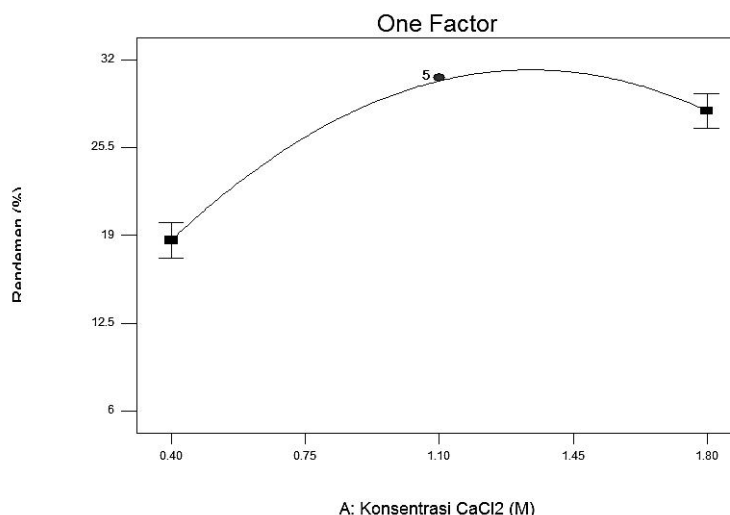
Untuk mengetahui kualitas natrium alginat yang diperoleh, dilakukan analisa rendemen berdasarkan ketentuan dari *Food Chemical Codex* (1981) yaitu analisa rendemen secara gravimetri; analisa viskositas menggunakan viskotester berdasarkan ketentuan dari AOAC (1995); kadar air menggunakan *Karl Fischer* (Nollet, 2009); kadar abu dilakukan dengan metode yang diadopsi dari AOAC (1995) yaitu dengan pembakaran menggunakan *furnace* dan kadar abu dianalisis secara gravimetri.

Hasil dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan berupa natrium alginat dengan nilai rendemen bervariasi antara 6,95% hingga 30,70%, disajikan pada **Tabel 1**. Profil pengaruh konsentrasi larutan CaCl₂ terhadap rendemen disajikan pada **Gambar 2**.

Tabel 1 Spesifikasi produk natrium alginat yang diperoleh

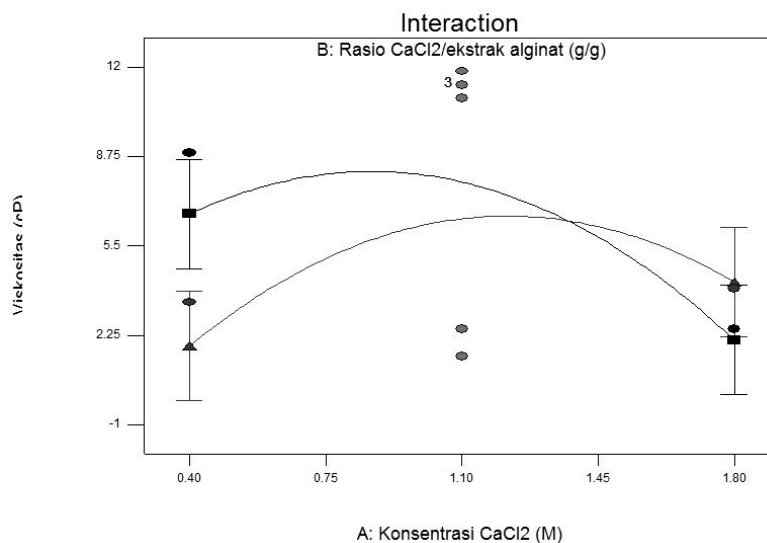
Run	Konsentrasi CaCl ₂ (M)	Rasio massa CaCl ₂ / massa ekstrak (g/g)	Rendemen (%)	Viskositas (cP)	Kadar Abu (%)
1	1,10	4,02	29,41	1,48	1,48
2	1,10	2,25	30,70	10,86	10,86
3	1,10	2,25	30,70	11,35	11,35
4	1,80	3,50	26,93	3,95	3,95
5	0,11	2,25	6,95	2,96	2,96
6	0,40	1,00	21,47	8,88	8,88
7	1,80	1,00	29,01	2,47	2,47
8	1,10	2,25	30,70	11,85	11,85
9	2,09	2,25	23,96	3,95	3,95
10	1,10	2,25	30,70	11,35	11,35
11	1,10	0,48	28,21	2,47	2,47
12	0,40	3,50	20,26	3,46	3,46
13	1,10	2,25	30,70	11,35	11,35



Gambar 2 Profil pengaruh konsentrasi larutan CaCl₂ terhadap rendemen

Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan CaCl₂ yang digunakan pada *post-treatment* (pada rentang konsentrasi CaCl₂ sebesar 0,4-1,4 M) menggunakan jalur kalsium alginat; akan meningkatkan **rendemen** natrium alginat yang diperoleh. Kalsium klorida (CaCl₂) akan terionisasi dalam air, membentuk ion Ca²⁺ dan Cl⁻ (Cybercolloids, 2012), sebagian ion Na⁺ dari Na₂CO₃ akan berikatan dengan Cl⁻ dari CaCl₂ membentuk NaCl. Keberadaan ion Ca²⁺ pada larutan CaCl₂ akan menyerang bagian gugus karboksil (-COO-) dan mengikat molekul alginat yang terdapat dalam ekstrak yang diperoleh. Ikatan yang terjadi merupakan ikatan silang sehingga membentuk *gel*. Satu ion Ca²⁺ akan berikatan dengan dua gugus karboksil dari alginat, membentuk rantai polimer. Semakin banyak ketersediaan ion Ca²⁺ akan mengikat semakin banyak molekul alginat membentuk ikatan kimia yang stabil karena tidak ada lagi elektron bebas, dan membentuk molekul yang besar dengan struktur 3 dimensi seperti jaring (Nussinovitch, 1997) menyebabkan terbentuknya kalsium alginat berupa *gel* yang kokoh (Jenkins, 2007) sehingga *gel* kalsium alginat dapat dengan mudah dipisahkan yang pada akhirnya dapat meningkatkan rendemen natrium alginat. Jika ketersediaan ion Ca²⁺ terbatas, maka akan menyebabkan sedikitnya alginat yang dapat berikatan dengan ion tersebut, menghasilkan kalsium alginat yang rapuh, dan sebagian besar alginat masih dalam bentuk natrium alginat yang memiliki sifat mudah larut dalam air. Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya alginat yang rapuh dan cenderung larut dalam air, sehingga dapat lolos pada tahap penyaringan dan mengakibatkan rendahnya rendemen yang didapatkan.

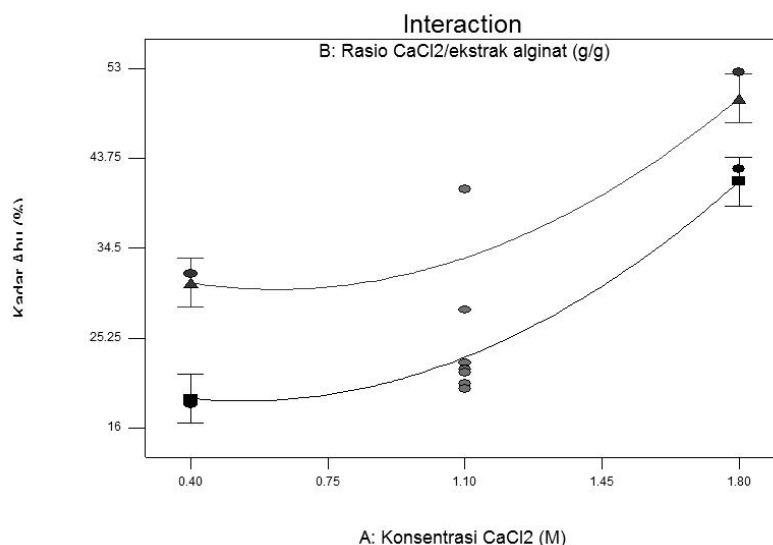
Viskositas menggambarkan tingkat kekentalan suatu zat, dan alginat merupakan bahan aditif yang dapat meningkatkan nilai kekentalan suatu bahan. Oleh karena itu, viskositas merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas alginat. Berdasarkan hasil analisis viskositas, didapatkan nilai viskositas natrium alginat berkisar antara 1,48 cP hingga 11,48 cP (disajikan pada **Tabel 1**). Profil pengaruh konsentrasi dan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak terhadap viskositas natrium alginat disajikan pada **Gambar 3** berikut:



Gambar 3 Profil pengaruh konsentrasi dan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak terhadap viskositas natrium alginat

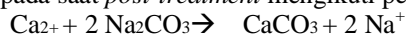
Pada **Gambar 3** dapat dilihat bahwa pada konsentrasi CaCl₂ yang rendah (0,40 M), peningkatan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak CaCl₂ pada *post treatment* menggunakan jalur kalsium alginat akan meningkatkan viskositas produk natrium alginat yang diperoleh sedangkan pada konsentrasi CaCl₂ yang tinggi (1,8 M) rasio massa CaCl₂/massa ekstrak pada *post treatment* menggunakan jalur kalsium alginat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap produk natrium alginat yang diperoleh. Pada konsentrasi CaCl₂ yang rendah, rasio massa CaCl₂/massa ekstrak akan memberikan dampak yang signifikan sebab pada konsentrasi rendah, ketersediaan ion Ca²⁺ tidak cukup banyak untuk mengikat molekul alginat sehingga penambahan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak akan memberikan efek yang cukup signifikan yaitu dengan meningkatkan ketersediaan ion tersebut. Ion Ca²⁺ akan mengikat blok guluronat dan manuronat, namun ion tersebut lebih efektif untuk mengikat guluronat. Hal ini akan menyebabkan peningkatan viskositas seiring dengan meningkatnya konsentrasi hingga pada konsentrasi tertentu. Pada konsentrasi CaCl₂ tinggi, rasio massa CaCl₂/massa ekstrak tidak memberikan pengaruh yang signifikan diduga karena semua guluronat telah berikatan dengan ion Ca²⁺ sehingga adanya peningkatan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak tidak akan memberikan efek (Cybercolloids, 2002). Pada rasio massa larutan CaCl₂/massa larutan ekstrak yang rendah (1 g/g), viskositas produk natrium alginat yang diperoleh meningkat seiring peningkatan konsentrasi CaCl₂ (0,45-0,8 M), kemudian bergerak turun seiring peningkatan konsentrasi CaCl₂ (0,8-1,8 M). Pada rasio massa larutan CaCl₂/massa larutan ekstrak yang tinggi (3,5 g/g), viskositas produk natrium alginat yang diperoleh meningkat seiring peningkatan konsentrasi CaCl₂ (0,45-1,3 M), kemudian bergerak turun juga seiring peningkatan konsentrasi CaCl₂ (1,3-1,8 M). Semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ maka akan semakin banyak ketersediaan ion Ca²⁺ untuk mengikat molekul alginat lebih banyak sehingga akan didapatkan alginat dengan berat molekul yang lebih besar dan akan meningkatkan viskositas. Sampai pada konsentrasi 1,3 M, viskositas natrium alginat mengalami penurunan, menurunnya viskositas pada konsentrasi 1,3 M diduga disebabkan oleh adanya komponen lain seperti CaCO₃ yang terbawa pada produk sehingga akan menurunkan viskositas produk natrium alginat. Natrium alginat yang diperoleh termasuk alginat dengan viskositas rendah. Alginat dengan viskositas sedang dan tinggi memiliki standar rata-rata viskositas berturut-turut 350 dan 800 cP (Mc Hugh, 2003). Viskositas yang rendah ini diduga disebabkan oleh adanya residu Ca²⁺ dan CaCO₃ dalam produk natrium alginat yang menurunkan kemurnian dari natrium alginat tersebut dan menyebabkan rendahnya viskositas produk yang didapat.

Kadar abu merupakan salah satu komponen dari standar baku natrium alginat. Dari hasil analisis, didapatkan kadar abu berkisar antara 18,46% hingga 52,65% (disajikan pada **Tabel 1**) sedangkan profil pengaruh konsentrasi dan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak terhadap kadar abu tersaji pada **Gambar 4** berikut:



Gambar 4 Profil pengaruh konsentrasi dan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak terhadap kadar abu natrium alginat

Dari data analisis kadar abu, terdapat beberapa data yang tidak memenuhi standar dari *Food Chemical Codex* yang menyatakan bahwa kadar abu yang diperbolehkan maksimum 27%. Tingginya kadar abu ini diduga karena adanya mineral-mineral yang masih terbawa hingga proses pengeringan. Mineral tersebut salah satunya dapat berasal dari *excess* Ca²⁺ dari proses *post-treatment* dan ditunjukkan pada **Gambar 4**; terlihat bahwa pada konsentrasi CaCl₂ yang tinggi, nilai kadar abu juga meningkat. Adanya *excess* Ca²⁺ dikhawatirkan memungkinkan adanya pembentukan senyawa kapur (CaCO₃) pada saat *post-treatment* mengikuti persamaan reaksi berikut:



Senyawa kapur ini diduga terbawa hingga proses pengeringan sehingga memungkinkan adanya kapur tersebut pada produk natrium alginat dan menyebabkan peningkatan kadar abu. Pernyataan dari publikasi *sciencelab* yang memperkuat dugaan ini yaitu bahwa nilai *boiling point* dari kalsium karbonat adalah lebih besar dari 825°C sedangkan *boiling point* natrium alginat hanya sebesar 495,2°C (*sidley chemical*) dan pada analisis kadar abu ini dilakukan pemanasan pada temperatur 600°C, sehingga memperkuat dugaan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi nilai kadar abu adalah keberadaan senyawa kapur.

Berdasarkan hasil penelitian dari berbagai respons di atas, optimasi dilakukan menggunakan program *Design Expert 7.0* dan didapatkan nilai konsentrasi CaCl₂ 1,02 M serta rasio massa CaCl₂/massa ekstrak sebesar 2,01 g CaCl₂/g ekstrak akan memberikan karakteristik natrium alginat yang optimal yaitu dengan perkiraan nilai rendemen sebesar 29,84%, viskositas 11,38cP, kadar abu 19,56%, serta kadar air berkisar antara 6,14-8,32% dan karakteristik tersebut memenuhi standar yang ditetapkan oleh *Food and Agriculture Organization (FAO)*.

Kesimpulan

Pada penelitian optimasi kondisi *post-treatment* menggunakan jalur kalsium alginat pada ekstraksi alginat rumput laut coklat, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ akan meningkatkan rendemen natrium alginat secara signifikan. Rendemen yang didapatkan sebesar 6,95-30,7%. Pada konsentrasi rendah, rasio massa CaCl₂/massa ekstrak akan mempengaruhi nilai viskositas natrium alginat sedangkan pada konsentrasi tinggi, rasio massa CaCl₂/massa ekstrak tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai viskositas natrium alginat. Viskositas produk natrium alginat yang didapatkan sebesar 1,48-11,35 cP. Pada konsentrasi tinggi maupun rendah, rasio massa CaCl₂/massa ekstrak akan meningkatkan nilai kadar abu natrium alginat. Kadar abu yang didapat berkisar antara 18,46% hingga 52,65%. Kondisi optimum proses *post-treatment* yang didapatkan yaitu konsentrasi CaCl₂ sebesar 1,02 M dan rasio massa CaCl₂/massa ekstrak sebesar 2,01 menghasilkan rendemen sebesar 27,72%; viskositas sebesar 11,8 cP; kadar abu 17,96% serta kadar air sebesar 6,35%.

Daftar Pustaka

- AOAC. 1995. Official Method of analysis 16th edition. Washington: Association of official analytical chemist.
- Barsanti, L. & Gualtieri, P. 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*, CRC Press.
- Cybercolloids. 2002. *Introduction to Alginate - Structure* [Online]. Ireland: CyberColloids Ltd. Available: <http://www.cybercolloids.net/information/technical-articles/introduction-alginate-structure> [Accessed : Januari 3rd 2017].



- Davis, T. A., Ramirez, M., Mucci, A. & Larsen, B. 2004. Extraction, isolation and cadmium binding of alginate from *Sargassum* spp. *Journal of Applied Phycology*, 16, 275-284.
- Fertah, M., Belfkira, A., Dahmane, E. M., Moha Taourirte & Brouillette, F. 2013. Extraction and characterization of sodium alginates from Moroccan *Laminaria digitata* brown seaweed. *Arabian Journal of Chemistry*.
- FCC. 1981. Food addition analysis (3rd ed). Washington: National Research Council
- Hernández-Carmona, G., et al. 2001. Pilot plant scale extraction of alginate from *Macrocystis pyrifera*. Precipitation, bleaching and conversion of calcium alginate to alginic acid. *Journal of Applied Phycology*, 10, 471-479.
- Husni, A., et al. 2012. Metode Ekstraksi Alginat dari Rumpun Laut *Sargassum* sp. sebagai Bahan Pengental. *AGRITECH*, 32.
- J, D. & Mchugh. 2003. A Guide to The Seaweed Industry. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Jayasankar, R. 1993. On The Yield and Quality of Sodium Alginate from *Sargassum wightii* (Greville) by Pre-Treatment with Chemicals. *Regional Centre of Central Marine Fisheries Research Institute*.
- JOHN, D.M, et al.2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. *The Natural History Museum and The British Phycological Society*.
- Jenkins, Mike (ed). 2007. *Biomedical Polymers*. USA: Woodhead Publishing Limited.
- Kimica. 1941. *Solubility of Alginates* [Online]. Japan: KIMICA Corporation. Available: http://www.kimica-alginate.com/alginate/how_to_use.html. [Accessed December 28th 2016]
- KOKILAM G, E. A. 2013. Biochemical composition, alginic acid yield and antioxidant activity of brown seaweeds from Mandapam region, Gulf of Mannar. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3.
- Maharani, M. A. & Widyayanti, R. 2008. PEMBUATAN ALGINAT DARI RUMPUT LAUT UNTUK MENGHASILKAN PRODUK DENGAN RENDEMEN DAN VISKOSITAS TINGGI. Indonesia: Universitas Diponegoro.
- Mushollaeni. 2011. The Physicochemical Characteristics of Sodium Alginate from Indonesian Brown Seaweeds. *African Journal of Food Science*, 5.
- Nugroho, A. 2013. Buku Statistik 2012 Kelautan dan Perikanan. Indonesia: Pusat Data, Statistik dan Informasi Sekretariat Jenderal, Kementerian Kelautan dan perikanan.
- Nussinovitch, A. 1997. *Hydrocolloid Applications*, Jerusalem: Springer Science and Business Media.
- Nollet, L. M. L. & Toldrá, F. (eds.) 2009. *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group
- OSVALDO Z., et al. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Pada Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia No. 2, Vol. 18*.
- SUZUKI, N. 1955. *Studies on the Manufacture of Algin from Brown Algae*, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Japan, Hokkaido University.
- Siraj Omar, E. A. 1988. Composition of Alginates from Brown Seaweeds, *Sargassum* and *Padina* spp. *Pertanika*, 1.
- Soesilo, I. 2013. Seaweed: Answer to some global challenges. *The Jakarta Post* [Online]. Available: <http://www.thejakartapost.com/news/2013/06/10/seaweed-answer-some-global-challenges.html> [Accessed February, 17th 2016].
- Zailanie, K., Susanto, T. & B.W., S. 2001. Ekstraksi dan Pemurnian Alginat dari *Sargassum filipendula* Kajian dari Bagian Tanaman, Lama Ekstraksi, dan Konsentrasi Isopropanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2.





Lembar Tanya Jawab Moderator: Joni Prasetyo (BPPT, Jakarta)

1. Penanya : Joni Prasetyo (BPPT, Jakarta)
Pertanyaan : Secara ekonomi, lebih menguntungkan menjual rumput laut atau alganiat?
Jawaban : Lebih menguntungkan alganiat
2. Penanya : Joni Prasetyo (BPPT, Jakarta)
Pertanyaan : Mengapa dipilih proses menggunakan Na_2CO_3 ? Senyawa lain yang berharga di rumput laut apakah akan muncul kembali atau tidak?
Jawaban : Pemilihan larutan dipilih berdasarkan studi pustaka penelitian terhadulu yang memberikan hasil paling baik. Dan juga tidak ada senyawa lain yang lebih berharga.
3. Penanya : Joni Prasetyo (BPPT, Jakarta)
Pertanyaan : Apa manfaat produk dalam bidang cat dan dalam industri makanan?
Jawaban : Pada cat yaitu berguna untuk meningkatkan warna. Sedangkan pada produk pangan yaitu sebagai emulsifier.

