

## PENGARUH DEKANTASI FILTRAT PADA PROSES EKSTRAKSI ALGINAT DARI *Sargassum* sp. TERHADAP MUTU PRODUK YANG DIHASILKAN

Subaryono<sup>\*)</sup> dan Siti Nurbaity Kartika Apriani<sup>\*)</sup>

### ABSTRAK

Penelitian pengaruh dekantasi filtrat pada proses ekstraksi alginat dari *Sargassum* sp. terhadap mutu produk telah dilakukan. Penelitian bertujuan untuk meningkatkan kualitas alginat yang umumnya rendah, khususnya dalam hal parameter kandungan bahan tidak larut air dan viskositasnya. Upaya perbaikan dilakukan dengan perlakuan dekantasi filtrat hasil penyaringan pada proses ekstraksi alginat dengan variasi waktu dekantasi 1, 2, dan 3 jam. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi total bahan tidak larut air, viskositas, derajat putih, kadar air, kadar abu, dan rendemen. Data dianalisis dengan uji sidik ragam dan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dekantasi filtrat dapat meningkatkan kualitas alginat dengan menurunkan kadar bahan tidak larut air dari 9,46% menjadi 1,70% dan meningkatkan viskositas alginat dari 131 cP menjadi 746 cP. Proses dekantasi filtrat berpengaruh nyata terhadap penurunan rendemen dan peningkatan kadar air alginat yang dihasilkan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan derajat putihnya.

**ABSTRACT:** *Effect of filtrate decantation in alginate extraction process from Sargassum sp. on the quality of the product. By: Subaryono and Siti Nurbaity Kartika Apriani*

*Research on the effect of filtrate decantation in alginate extraction process from Sargassum sp. on the quality of the product had been conducted. The objective of the research was to increase the quality of alginate which is commonly low especially for insoluble matter and viscosity parameters through decantation of alginate filtrate for 1, 2 and 3 hours. The research was conducted using Completely Randomized Design (CRD) with three replicates. Parameters observed were total water insoluble matter, viscosity, whiteness, moisture content, ash content and yield. Data were analyzed using analysis of variance (anova) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that decantation of alginate filtrate improved alginate quality, in term of reducing total water insoluble matter from 9.46% to 1.70% and increasing alginate viscosity from 131 cP to 746 cP. Decantation process significantly reduced yield and increased moisture content, but it didn't affect the ash content and whiteness of the product.*

**KEYWORDS:** *alginate quality, decantation, viscosity, Sargassum sp.*

### PENDAHULUAN

Beberapa metode ekstraksi alginat dari rumput laut lokal yang ada di Indonesia seperti *Sargassum* sp. sudah banyak dikembangkan. Meskipun demikian, secara umum kualitas produk alginat yang dihasilkan dari metode ekstraksi ini masih rendah. Rendahnya kualitas alginat ini khususnya berkaitan dengan masih tingginya kandungan bahan tidak larut air serta rendahnya viskositas alginat yang dihasilkan (Basmal *et al.*, 1998; Murtini *et al.*, 2000; Tazwir *et al.*, 2000; Wikanta *et al.*, 2000; Yunizal *et al.*, 2000; Basmal *et al.*, 2002; Rasyid, 2003<sup>a,b</sup>).

Tingginya kandungan bahan tidak larut air menyebabkan produk alginat ini tidak dapat diterima dalam kualifikasi produk *food grade*, dan seringkali

menyebabkan terjadinya endapan pada produk yang dihasilkan seperti pada minuman alginat. Berdasar standard JECFA (*The FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives*), kandungan bahan tidak larut air yang masih diijinkan untuk alginat yang akan digunakan sebagai bahan tambahan pangan tidak boleh lebih dari 2% (FAO, 2009). Metode ekstraksi alginat yang selama ini telah dikembangkan umumnya masih menghasilkan kandungan bahan tidak larut air yang cukup tinggi yaitu sekitar 9 sampai 12% (Subaryono, 2009; Subaryono *et al.*, 2009).

Dalam perdagangan, alginat dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan viskositasnya yaitu viskositas rendah, sedang, dan tinggi. Metode ekstraksi alginat yang selama ini dikembangkan umumnya masih menghasilkan viskositas yang

<sup>\*)</sup> Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, KKP;  
E-mail: yono\_ipn@yahoo.co.id

rendah yaitu kurang dari 350 cP pada konsentrasi 1% atau kurang dari 6000 cP pada konsentrasi 2% (Basmal *et al.*, 1998; Murtini, *et al.*, 2000; Tazwir *et al.*, 2000; Wikanta *et al.*, 2000; Yunizal *et al.*, 2000; Basmal *et al.*, 2002; Rasyid, 2003<sup>a,b</sup>; Mc. Hugh, 2008). Rendahnya viskositas ini menyebabkan keterbatasan dalam penggunaannya di samping ketidakefisienan karena untuk menghasilkan viskositas tertentu akan membutuhkan konsentrasi yang lebih banyak.

Tingginya kandungan bahan tidak larut air dan rendahnya viskositas alginat salah satunya disebabkan oleh rendahnya kemurnian alginat yang dihasilkan. Rendahnya kemurnian ini umumnya terjadi karena lolosnya selulosa dan bahan pengotor lainnya pada proses penyaringan filtrat, sehingga terikut pada produk alginat yang dihasilkan. 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. Upaya perbaikan kemurnian alginat perlu dilakukan untuk meningkatkan viskositas dan menurunkan kandungan bahan tidak larut air.

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. Dengan metode penyaringan ini dapat dihasilkan alginat yang memenuhi persyaratan JECFA (Mc. Hugh, 2008). Harga peralatan ini cukup mahal dan hanya memungkinkan dilaksanakan oleh industri ekstraksi alginat skala besar. Pengadaan peralatan ini bagi industri kecil dan industri skala rumah tangga menjadi tidak ekonomis dan tidak memungkinkan dilaksanakan.

Salah satu alternatif perbaikan yang dapat dilakukan dan cukup sederhana dalam proses ekstraksi alginat adalah melakukan dekantasi filtrat setelah proses penyaringan. Dengan dekantasi filtrat, sebagian selulosa dan bahan pengotor yang lolos dari proses penyaringan dapat dipisahkan karena akan mengendap pada dasar filtrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi proses dekantasi filtrat alginat dalam memisahkan bahan pengotor dan filtrat sehingga pada tahapan berikutnya akan diperoleh produk alginat yang memiliki kemurnian lebih tinggi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Baku dan Preparasinya

Rumput laut *Sargassum* sp. diperoleh dari Perairan Binuangun, Provinsi Banten. Setelah dipanen dari

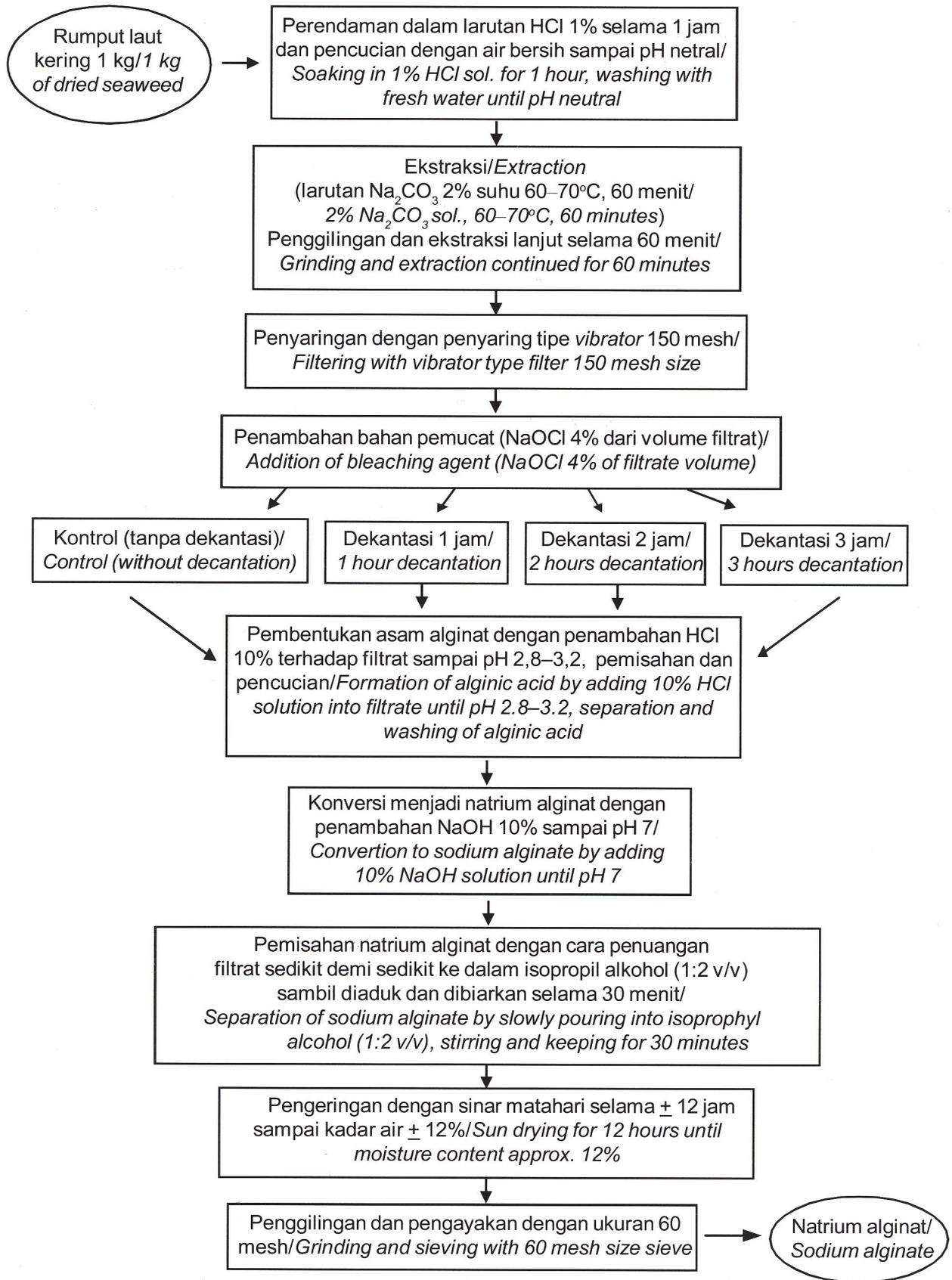
alam, rumput laut dicuci dengan air tawar sampai bersih dan direndam dalam larutan KOH 0,1% selama 1 jam (Yunizal *et al.*, 2000). Rumput laut dicuci dengan air tawar untuk menghilangkan residu KOH. Kemudian rumput laut dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering dan dibawa ke Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Jakarta sebagai tempat penelitian.

### Metode

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Rumput laut kering sebanyak 1 kg, sebelum diekstrak direndam dalam larutan HCl 1% selama 1 jam, kemudian dicuci dengan air bersih sampai pH netral. Ekstraksi dilakukan dengan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% pada suhu 60–70°C selama satu jam, digiling dan ekstraksi dilanjutkan lagi selama 1 jam. Penyaringan filtrat dilakukan dengan alat penyaring tipe *vibrator* ukuran 150 mesh. Untuk memudahkan penyaringan, apabila filtrat cukup kental ditambahkan air panas, dan volume filtrat yang dihasilkan dicatat. Filtrat yang diperoleh kemudian ditambah bahan pemucat NaOCl 4% dari volume filtrat. Selanjutnya filtrat dibagi menjadi empat, untuk perlakuan dekantasi, masing-masing sebanyak 4 L.

Perlakuan yang dicobakan adalah tanpa proses dekantasi sebagai kontrol, dan perlakuan dekantasi selama 1, 2, dan 3 jam. Perlakuan dekantasi dilakukan dengan beaker glass ukuran 5 L. Volume filtrat yang didekantasi masing-masing sebanyak 4 L. Setelah proses dekantasi, bagian filtrat yang mengendap dikeluarkan dan dipisahkan dari filtrat yang bening dengan disedot menggunakan selang. Filtrat yang bening dilanjutkan untuk proses ekstraksi alginat berikutnya yang meliputi tahapan pengendapan asam alginat, konversi menjadi natrium alginat, pemisahan natrium alginat, pengeringan, dan penggilingan. Proses ekstraksi selengkapnya disajikan pada Gambar 1. Parameter yang diamati meliputi total kandungan bahan tidak larut air, viskositas, kadar air, kadar abu, rendemen, dan derajat putih. Selain itu juga dilakukan pengamatan visual untuk melihat kenampakan produk alginat yang dihasilkan.

Pengamatan total kandungan bahan tidak larut air dilakukan dengan metode grafimetri (FAO, 2009). Pengukuran viskositas dilakukan pada konsentrasi alginat 1% (b/v) dalam akuades bebas ion. Pengukuran viskositas dilakukan dengan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) yang dilengkapi dengan pengatur suhu, pada suhu sampel 20°C dengan kecepatan putaran 130 rpm dan dinyatakan dalam centipoise (cP). Pengaturan suhu dilakukan dengan adanya sirkulasi air dingin yang dihubungkan ke RVA dan



Gambar 1. Bagan alir proses ekstraksi alginat dengan dekantasi.  
 Figure 1. Flow chart of alginat extraction process with decantation.

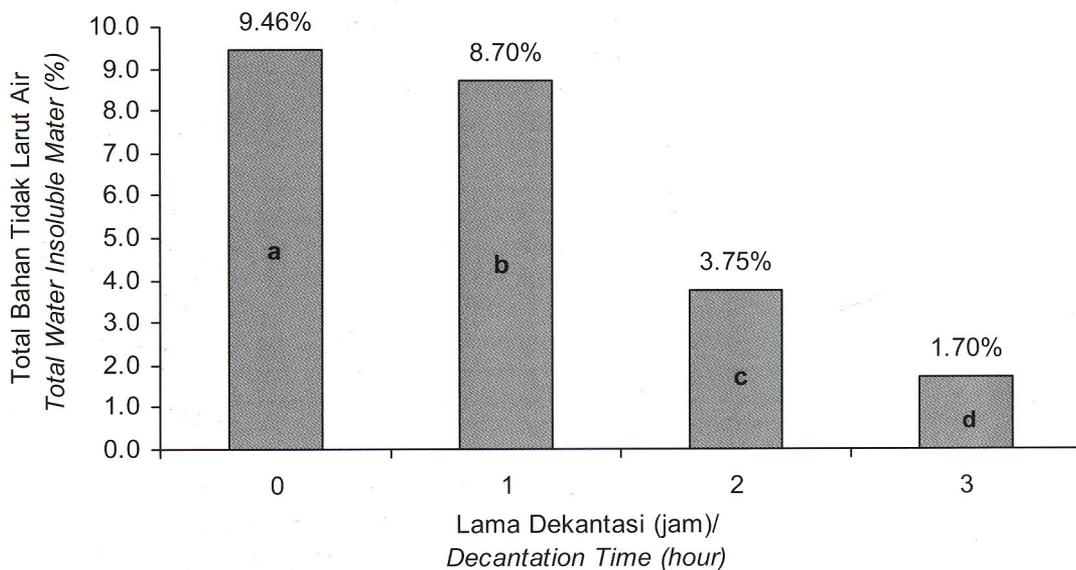
diatur secara digital menggunakan komputer. Pengamatan kadar air dan kadar abu dilakukan dengan metode grafimetri (AOAC, 2000). Rendemen diamati dengan membandingkan kadar alginat yang diperoleh dengan bahan baku yang digunakan dikalikan 100% (Subaryono, 2009). Derajat putih alginat diukur dengan alat *Whiteness tester*.

**HASIL DAN BAHASAN**

Hasil pengamatan total bahan tidak larut air alginat disajikan pada Gambar 2. Dari data tersebut terlihat bahwa perlakuan dekantasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar bahan tidak larut air. Semakin lama waktu dekantasi akan menghasilkan kadar bahan tidak larut air yang semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu dekantasi filtrat alginat, maka bahan-bahan yang tidak larut air dan terdispersi dalam larutan alginat seperti selulosa dan partikel-partikel pengotor seperti lumpur dan pecahan karang akan mengendap dan dapat dipisahkan dari filtrat tersebut. Dengan demikian maka filtrat alginat yang diperoleh semakin tinggi kemurniannya sehingga pada proses selanjutnya akan menghasilkan kemurnian alginat yang semakin tinggi pula. Mengendapnya selulosa dan bahan pengotor lain serta meningkatnya kejernihan filtrat alginat dapat dilihat pada Gambar 3. Alginat adalah polisakarida yang bersifat larut dalam air, sehingga apabila kemurnian alginat tinggi maka kandungan total bahan yang tidak larut air akan semakin kecil (Mc. Hugh, 2008).

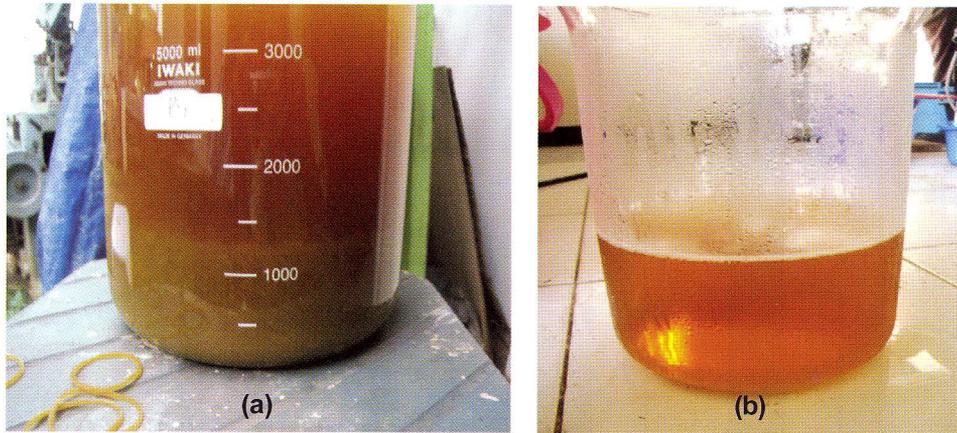
Stabilitas bahan yang tidak larut dan terdispersi dalam filtrat alginat cukup baik sehingga dengan perlakuan dekantasi selama 1 dan 2 jam masih relatif sedikit yang mengendap. Hal ini disebabkan karena kekentalan filtrat yang cukup tinggi sehingga bahan yang terdispersi tidak mudah mengendap. Standar alginat sebagai bahan tambahan pangan mensyaratkan kadar bahan tidak larut air dalam alginat maksimal sebesar 2% (FAO, 2009). Berdasar standar tersebut maka perlakuan pengendapan selama 1 dan 2 jam belum menghasilkan kadar bahan tidak larut air yang memenuhi standar alginat untuk bahan tambahan pangan. Perlakuan dekantasi filtrat selama 3 jam menghasilkan total bahan tidak larut air 1,70% sehingga sudah memenuhi persyaratan sebagai bahan tambahan pangan.

Hasil pengamatan terhadap viskositas alginat menunjukkan bahwa perlakuan dekantasi berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan viskositas alginat. Semakin lama waktu dekantasi filtrat akan menghasilkan alginat dengan viskositas yang semakin tinggi. Hal ini diduga disebabkan karena meningkatnya kemurnian alginat yang dihasilkan sehingga pada pengukuran viskositas yang dilakukan pada konsentrasi alginat 1% akan menghasilkan viskositas yang lebih tinggi. Perlakuan dekantasi filtrat alginat selama 2 dan 3 jam menghasilkan viskositas berturut-turut 419 cP dan 746 cP. Berdasarkan standar viskositas alginat komersial, maka alginat dengan viskositas di atas 350 cP sudah masuk dalam kategori viskositas sedang. Alginat tanpa perlakuan dekantasi



Keterangan/Note: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata/  
The same characters indicate different insignificantly

Gambar 2. Pengaruh perlakuan waktu dekantasi terhadap total bahan tidak larut air alginat.  
Figure 2. Effect of decantation time on total water insoluble matter.



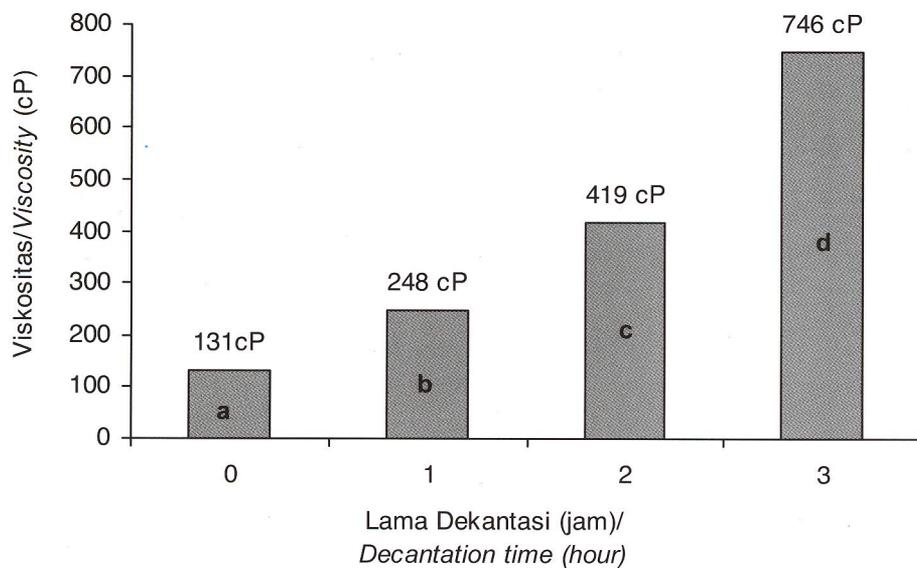
Gambar 3. (a) Selulosa dan bahan pengotor yang mengendap selama dekantasi; (b) Filtrat alginat setelah dekantasi.

Figure 3. (a) Cellulose and impurities which has been settled down during decantation time; (b) Alginate filtrate after decantation.

dan dengan dekantasi selama 1 jam menghasilkan viskositas berturut-turut 131 cP dan 248 cP, dan masih masuk dalam kategori viskositas rendah (Mc. Hugh, 2008). Pengaruh waktu dekantasi terhadap viskositas alginat selengkapnya disajikan pada Gambar 4.

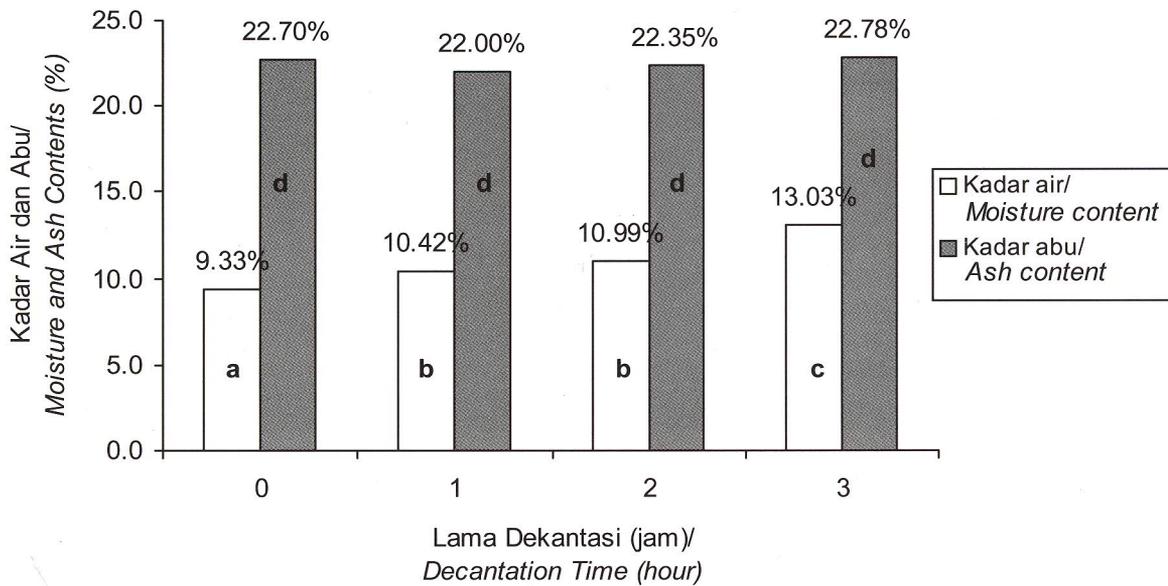
Hasil pengamatan kadar air dan kadar abu alginat disajikan pada Gambar 5. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan dekantasi filtrat alginat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air alginat. Kadar air alginat dalam penelitian ini berkisar antara 9,33% pada perlakuan tanpa dekantasi filtrat dan

tertinggi dengan dekantasi filtrat selama 3 jam sebesar 13,93%. Semakin lama waktu dekantasi filtrat alginat akan menghasilkan alginat dengan kadar air yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lamanya waktu dekantasi akan menghasilkan kemurnian alginat yang semakin tinggi, yang berakibat pada lebih sulitnya air keluar dari matriks selama proses pengeringan. Dengan demikian maka pada lama waktu pengeringan yang sama, kadar air alginat yang diekstrak dengan perlakuan dekantasi filtrat lebih tinggi dibandingkan alginat yang diekstrak



Keterangan/Note: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata/  
The same characters indicate different insignificantly

Gambar 4. Pengaruh perlakuan waktu dekantasi terhadap viskositas alginat.  
Figure 4. Effect of decantation time on alginate viscosity.



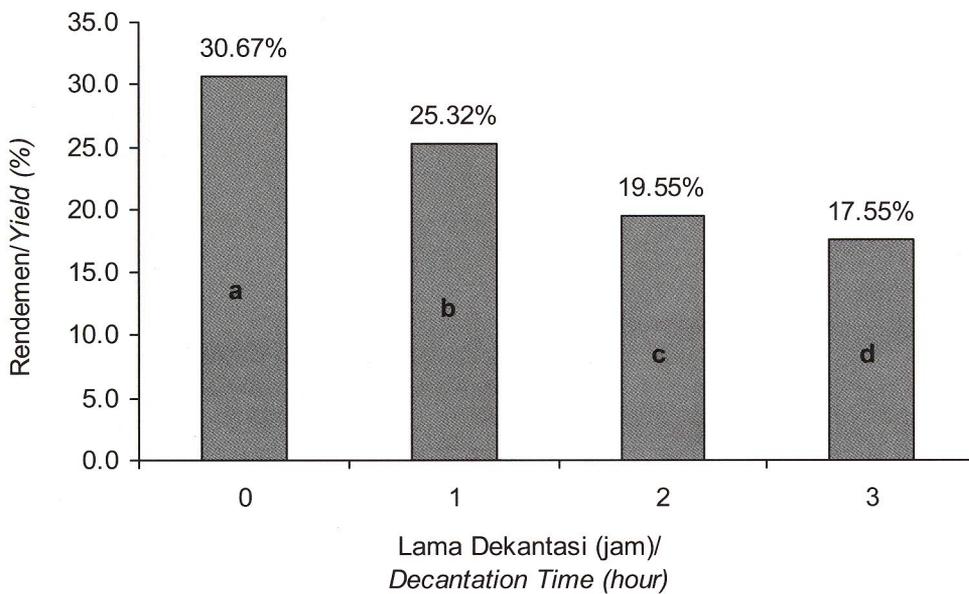
Keterangan/Note: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata / The same characters indicate different insignificantly

Gambar 5. Pengaruh perlakuan waktu dekantasi terhadap kadar air dan abu alginat. / Figure 5. Effect of decantation time on water and ash contents of alginate.

tanpa proses dekantasi filtrat. Seperti diketahui bahwa alginat merupakan polimer dengan kemampuan menahan air yang sangat baik sehingga semakin tinggi kemurnian alginatnya maka kemampuan menahan air akan semakin baik (Draget, 2000). Dari semua perlakuan yang dicobakan, kadar air alginat

yang dihasilkan masih memenuhi standar alginat untuk bahan tambahan pangan yang ditetapkan JECFA sebesar maksimal 15% (FAO, 2009).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan dekantasi filtrat alginat tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu alginat. Hal ini diduga disebabkan



Keterangan/Note: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata / The same characters indicate different insignificantly

Gambar 6. Pengaruh perlakuan waktu dekantasi terhadap rendemen alginat. / Figure 6. Effect of decantation time on the yield of alginate.

karena komponen penyusun abu seperti pecahan karang dan lumpur jumlahnya tidak cukup banyak sehingga perlakuan dekantasi tidak menurunkan secara nyata kadar abunya. Hal ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar bahan yang terendapkan pada proses dekantasi adalah selulosa. Kadar abu alginat dalam penelitian ini berkisar antara 22,00–22,78%. Alginat komersial umumnya memiliki kadar abu maksimal 27%, sehingga kadar abu alginat ini masih memenuhi persyaratan tersebut (Mc. Hugh, 2008).

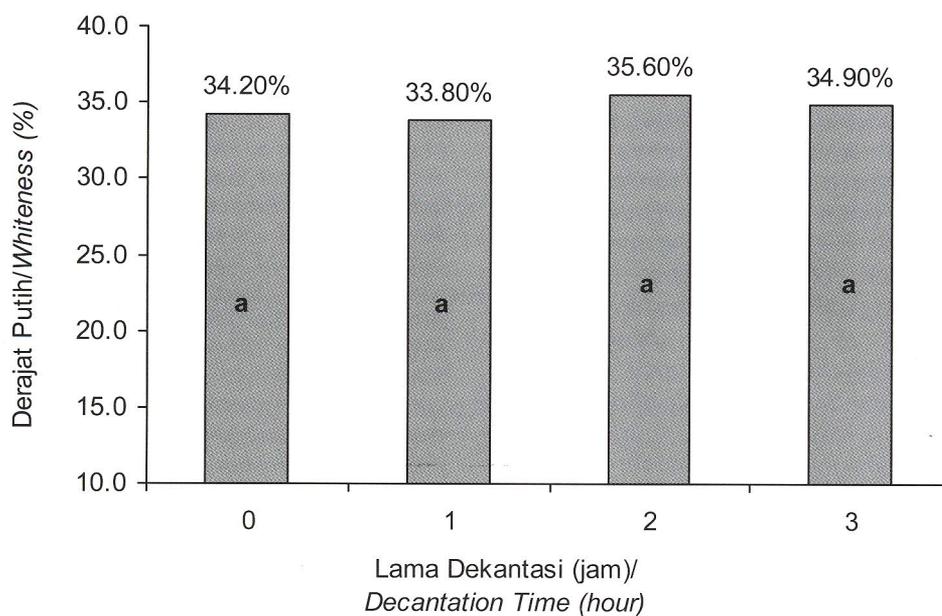
Hasil pengamatan rendemen alginat menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan berkisar antara 17,55% pada perlakuan dekantasi filtrat selama 3 jam sampai dengan 30,67% pada perlakuan kontrol (tanpa dekantasi filtrat). Uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan dekantasi filtrat berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen alginat yang dihasilkan. Semakin lama waktu dekantasi filtrat akan menghasilkan rendemen yang semakin rendah. Penurunan rendemen ini disebabkan karena sebagian selulosa dan bahan pengotor lain yang tidak larut dalam air mengendap selama proses dekantasi. Selain itu, sebagian polimer alginat yang tersusun oleh poliguluronat diduga ikut mengendap selama proses tersebut mengingat poliguluronat lebih mudah mengendap dibandingkan polimannuronat (Draget, 2000).

Hasil pengamatan derajat putih alginat disajikan pada Gambar 7. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa

perlakuan dekantasi filtrat tidak berpengaruh nyata terhadap derajat putih alginat yang dihasilkan. Nilai derajat putih alginat yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 34,2–35,6. Meskipun dengan *whiteness tester* tidak berbeda nyata, secara visual terlihat bahwa alginat yang dihasilkan dengan perlakuan dekantasi filtrat lebih terang dibandingkan perlakuan kontrol. Produk alginat yang dihasilkan tanpa perlakuan dekantasi berwarna kuning kecoklatan agak gelap sedangkan dengan perlakuan dekantasi berwarna kekuningan.

Perbaikan metode ekstraksi dengan dekantasi filtrat menyebabkan adanya penambahan waktu proses dari waktu ekstraksi yang seharusnya. Dari hasil penelitian terlihat bahwa waktu dekantasi minimal yang dibutuhkan untuk mendapatkan alginat dengan kadar total bahan tidak larut air yang memenuhi persyaratan JECFA adalah 3 jam. Penambahan waktu ini dikhawatirkan dapat meningkatkan ongkos produksi serta meningkatkan kemungkinan terjadinya kontaminasi mikroorganisme yang dapat menurunkan mutu produk selama proses tersebut.

Pada implementasi di lapangan perlakuan dekantasi ini dapat dilakukan setelah proses penyaringan dan memanfaatkan waktu istirahat pekerja. Ekstraksi alginat sampai proses penyaringan memakan waktu sekitar 5 jam, sehingga cukup melelahkan dan diperlukan waktu bagi pekerja untuk



Keterangan/Note: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata/  
The same characters indicate different insignificantly

Gambar 7. Pengaruh perlakuan waktu dekantasi terhadap derajat putih alginat.  
Figure 7. Effect of decantation time on whiteness of alginate.

beristirahat. Selama proses pembersihan peralatan dan waktu istirahat pekerja ini proses dekantasi tersebut dilakukan sehingga tidak menyita waktu khusus.

Kemungkinan akan terjadinya kontaminasi mikroorganisme selama proses dekantasi tidak terlalu mengkhawatirkan mengingat alginat adalah polimer yang tersusun oleh monomer asam uronat yang disatukan dengan ikatan  $\beta$  1-4 (Alvares & Carmona, 2007). Karena struktur yang unik ini maka tidak banyak mikroorganisme yang mampu mendegradasi alginat selama proses dekantasi. Mikroorganisme yang mampu mendegradasi alginat hanya dari kelompok yang mempunyai enzim *alginate lyase* seperti *Pseudoalteromonas* sp. (Iwamoto *et al.*, 2005). Selain itu, pada proses selanjutnya terdapat tahapan-tahapan yang dapat mematikan bakteri seperti pada proses pembentukan asam alginat yang dilakukan pada pH 2,8–3,2 serta pada tahapan pemisahan natrium alginat dengan perendaman dalam isopropil alkohol 30 menit.

Penambahan waktu dekantasi lebih dari 3 jam relatif tidak meningkatkan lagi kekuatan gel dan menurunkan kadar bahan tidak larut air mengingat hampir semua selulose dan bahan pengotor sudah terendapkan dengan baik selama 3 jam tersebut. Hal ini terlihat dari kadar bahan tidak larut air yang sudah cukup rendah (1,7%). Dekantasi yang dicoba selama 12 jam menunjukkan kadar bahan tidak larut air dan kekuatan gel yang hampir sama dengan perlakuan dekantasi selama 3 jam.

## KESIMPULAN

Perlakuan dekantasi filtrat alginat mampu menaikkan kualitas alginat khususnya dalam parameter total bahan tidak larut air dan viskositasnya. Total kadar bahan tidak larut air alginat dapat diturunkan dari 9,46% menjadi 1,70% dan memenuhi standar alginat untuk bahan tambahan pangan. Dekantasi juga meningkatkan viskositas alginat dari 131 cP menjadi 746 cP sehingga meningkatkan kualitasnya dari kualitas rendah menjadi sedang. Perlakuan dekantasi cenderung meningkatkan kadar air alginat dari 9,33% menjadi 13,03%, meskipun masih dalam batas yang memenuhi standar JECFA. Perlakuan ini cenderung menurunkan rendemen alginat dari 30,67% menjadi 17,55%. Perlakuan dekantasi relatif tidak berpengaruh terhadap kadar abu dan derajat putih alginat. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan dekantasi selama 3 jam sudah cukup menghasilkan alginat yang memenuhi standar untuk bahan tambahan pangan dan meningkatkan viskositas dari rendah menjadi sedang. Waktu dekantasi selama 3 jam merupakan waktu yang paling optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvares, J.I.M. and Carmona, G.H. 2007. Monomer composition and sequence of sodium alginate extracted at pilot plant scale from three commercially important seaweeds from Mexico. *J. Appl. Phycol.* 19: 545–548.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International* 7th Edition. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Basmal, J., Yunizal, dan Murtini, J.T. 1998. Pengaruh Volume dan Waktu Ekstraksi Natrium Alginat dalam Larutan Natrium Karbonat. Makalah pada Forum Komunikasi I. Ikatan Fikologi Indonesia, Serpong 8 September 1999. p. 119–126.
- Basmal, J., Wikanta, T., dan Tazwir. 2002. Pengaruh kombinasi perlakuan kalium hidroksida dan natrium karbonat dalam ekstraksi natrium alginat terhadap kualitas produk yang dihasilkan. *J. Penel. Perik. Indonesia.* 8(6): 45–52.
- Draget, K.I. 2000. Alginates. In Philips, G.O. and Williams, P.A. (eds.). *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Press. p. 379–395.
- FAO. 2009. JECFA for food additives. [http://www.fao.org/ag/agn/jecfa\\_additives/details.html?id=679](http://www.fao.org/ag/agn/jecfa_additives/details.html?id=679). Diakses pada tanggal 14 Mei 2008.
- Iwamoto, M., Kurachi, M., Nakashima, T., Kim, D., Yamaguchi, K., Oda T., Iwamoto, Y., and Muramatsu, T. 2005. Structure-activity relationship of alginate oligosaccharides in the induction of cytokine production from RAW 264.7 cells. *FEBS Letters.* 579: 4423–4429.
- Mc. Hugh, D.J. 2008. Production, properties and uses of alginates. In Production and utilization of products from commercial seaweeds. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e08.htm>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2008.45 pp.
- Murtini, J.T., Hak, N., dan Yunizal. 2000. Pengaruh perlakuan asam klorida dan formaldehid pada ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum ilicifolium* terhadap sifat fisiko-kimia natrium alginat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 1999/2000*. Sukamandi 21-22 September 2000. p. 318–330.
- Rasyid, A. 2003<sup>a</sup>. *Turbinaria conoides* as One of Alternative Raw Materials of Sodium Alginate Processing in Indonesia. Papers International Seminar on Marine and Fisheries IMFS. p. 210–212.
- Rasyid, A. 2003<sup>b</sup>. Utilization of *Turbinaria decurrens* as One of Raw Material of Sodium Alginate. Papers International Seminar on Marine and Fisheries IMFS. p. 213–215.
- Subaryono. 2009. *Karakterisasi Pembentukan Gel Alginat dari Rumput Laut Sargassum sp. dan Turbinaria sp.* Tesis. Program Pasca Sarjana IPB. p. 56–80.
- Subaryono, Peranginangin, R., Fardiaz, D., dan Kusnandar, F. 2009. Sifat fisiko-kimia alginat dari rumput laut *Sargassum filipendula* dan *Turbinaria decurrens* dari Perairan Binuangeun, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan V, Surabaya.* (II): 529–535.

- Tazwir, Nasran, S., dan Yunizal. 2000. Teknik ekstraksi asam alginat dari rumput laut coklat (*Phaeophyceae*). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 1999/2000*, Sukamandi 21-22 September 2000. p. 310–318.
- Wikanta, T., Basmal, J., dan Yunizal. 2000. Pengaruh perbedaan penggunaan bahan pengemas dan lama penyimpanan pada suhu kamar terhadap sifat fisiko-kimia produk natrium alginat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan 1999/2000*.
- Yunizal, Tazwir, Murtini, J.T., dan Wikanta, T. 2000. Penelitian penanganan rumput laut coklat (*Sargassum filipendula*) setelah dipanen menggunakan larutan kalium hidroksida. *Octopus*. 4(1): 49–56.