

## KARAKTERISTIK MUTU DAN RENDEMEN ALGINAT DARI EKSTRAK RUMPUT LAUT *Sargassum sp.* DENGAN MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM ASETAT

I Made Topan Wira Aristya<sup>1</sup>, Bambang Admadi<sup>2</sup>, I Wayan Arnata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Unud

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Unud

E-mail: ariestwira@yahoo.com<sup>1</sup>

E-mail koresponden: bambang.admadi@unud.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This research is aimed to determine the concentration of acetic acid which is appropriate to produce high yield and best alginate quality of *Sargassum sp.* seaweed. This study uses descriptive quantitative and qualitative design by comparing the best results of the standard alginate exist. The concentrations of acetic acid tested are 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; 2%; and 2.5%. Each concentration was repeated 3 times. The variables observed in the alginate include yield, moisture content, ash content, viscosity, pH, and the functional groups by FTIR. The extraction of alginate with a solution of acetic acid concentration by 1.5% is the best in the alginate extraction with 2.90% of yield, 7.37% moisture content, 0.37% ash content, 12cp viscosity, and a 6.0 of pH. In the other side also, the alcohol/phenol (OH) by the wave number of 3626.17 cm<sup>-1</sup>, alkane group (C-H) by the wave number of 298.88 cm<sup>-1</sup>, a triple bond (C≡N) at wave number of 2376.30 cm<sup>-1</sup>, carbonyl (C=O) on 1680.00 cm<sup>-1</sup> wave numbers, and typical areas fingerprint mannuronat at wave number of 852.54 cm<sup>-1</sup> were gained.

Keywords: alginate, extraction, *Sargassum sp.*, acetic acid

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki keanekaragaman jenis rumput laut yang banyak, bahkan oleh para ahli rumput laut mengatakan sebagai lumbung rumput laut. Perkembangan ke arah industrialisasi rumput laut, Indonesia masih jauh ketinggalan dengan negara lain seperti Jepang, Korea, Taiwan dan China. Di Indonesia sendiri, hasil produksi rumput laut masih sebatas industri makanan dan bahan baku komoditi ekspor. Dalam upaya pemanfaatan rumput laut sebagai bahan industri makanan, kosmetik, farmasi, kedokteran dan pertanian masih perlu belajar kepada negara-negara yang telah ahli dalam pengolahan rumput laut. Oleh karena itu, tindakan ke depan masih perlu penelitian pemanfaatan rumput laut yang berkesinambungan (Kadi, 2004).

Pemanfaatan dan pengembangan sumber daya ini sangat didukung oleh kondisi perairan Indonesia. Kurang lebih 70% wilayah Indonesia terdiri dari laut, yang pantainya kaya berbagai jenis sumber daya hayati. Sebagai negara kepulauan, Indonesia mempunyai panjang pantai kurang lebih 81.000 km dengan luas perairan pantai sekitar 6.846.000 km<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia mempunyai potensi yang baik untuk mengembangkan dan memanfaatkan kekayaan lautnya, termasuk rumput laut (Sulistiyawati, 2003).

Manfaat rumput laut sebagai bahan pangan sudah lama diketahui. Di Indonesia rumput laut sudah lama dimanfaatkan penduduk pantai untuk sayur, lalapan, acar, kue, puding, dan manisan. Salah satu rumput laut yang dapat dimakan adalah *Sargassum* sp., yang merupakan golongan ganggang coklat (*Phaeophyta*) terbesar di laut tropis. Rumput laut ini sangat melimpah dan terdapat hampir di seluruh wilayah laut Indonesia (Atmadja, 1996). Secara umum, rumput laut *Sargassum* sp. belum banyak dikenal dan dimanfaatkan. Padahal dari beberapa penelitian, dilaporkan bahwa ini mempunyai kandungan nutrisi/zat gizi cukup tinggi, seperti protein dan beberapa mineral esensial, hanya saja analisis komposisi nutrisinya masih belum lengkap (Mursyidin, dkk, 2002).

Potensi alginat di Indonesia dengan pantai berkarangnya sangat besar, namun kendala dalam pemanfaatannya adalah kurangnya informasi mengenai jenis dan komponennya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan alginat masih tergantung pada impor. Karakterisasi alginat merupakan cara dalam menggali data tentang keberadaannya, melalui ekstraksi dan analisa gugus fungsi. Asam alginat diekstraksi dalam bentuk garam berupa natrium atau kalium alginat. Kadar alginat pada dinding sel alga coklat bisa mencapai sekitar 40% dari total berat kering alga tersebut. Namun alginat dari alga hijau atau *Sargassum* sp. hijau belum diketahui. Salah satu cara mengetahui keberadaan dan karakteristik mutu alginat dari rumput laut hijau *Sargassum* sp. dengan cara ekstraksi pelarut.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Susanto, dkk (2001), yang menggunakan pelarut HCl dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada rumput laut *Padina* sp. menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dari konsentrasi HCl dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap rendemen dan berpengaruh tidak nyata terhadap viskositas dan kadar abu. Ekstraksi menggunakan pelarut HCl dengan dengan konsentrasi 1%. Hasilnya menunjukkan konsentrasi HCl berpengaruh nyata terhadap kadar abu, air dan viskositas.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan konsentrasi asam asetat yang tepat dalam menghasilkan rendemen yang tinggi dan mutu alginat terbaik dari rumput laut *Sargassum* sp.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioindustri, Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Fisika Fakultas Mipa Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan penelitian mulai bulan Mei – Agustus 2016.

### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, pipet tetes, timbangan analitik (SHIMADZU), gelas beaker 200 ml (*Pyrex*), blender (Miyako), saringan, kertas saring, batang pengaduk, *waterbath (nvc thermology)*, teflon (maxim), pipet volume, pipet tetes, gelas ukur (*Pyrex*), FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), dan oven (Blue M).

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yaitu Rumput laut *Sargassum* sp hijau yang diperoleh dari Pantai BTDC Nusa Dua, asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 98%, dan aquades.

### Percobaan Pengmpulan Data

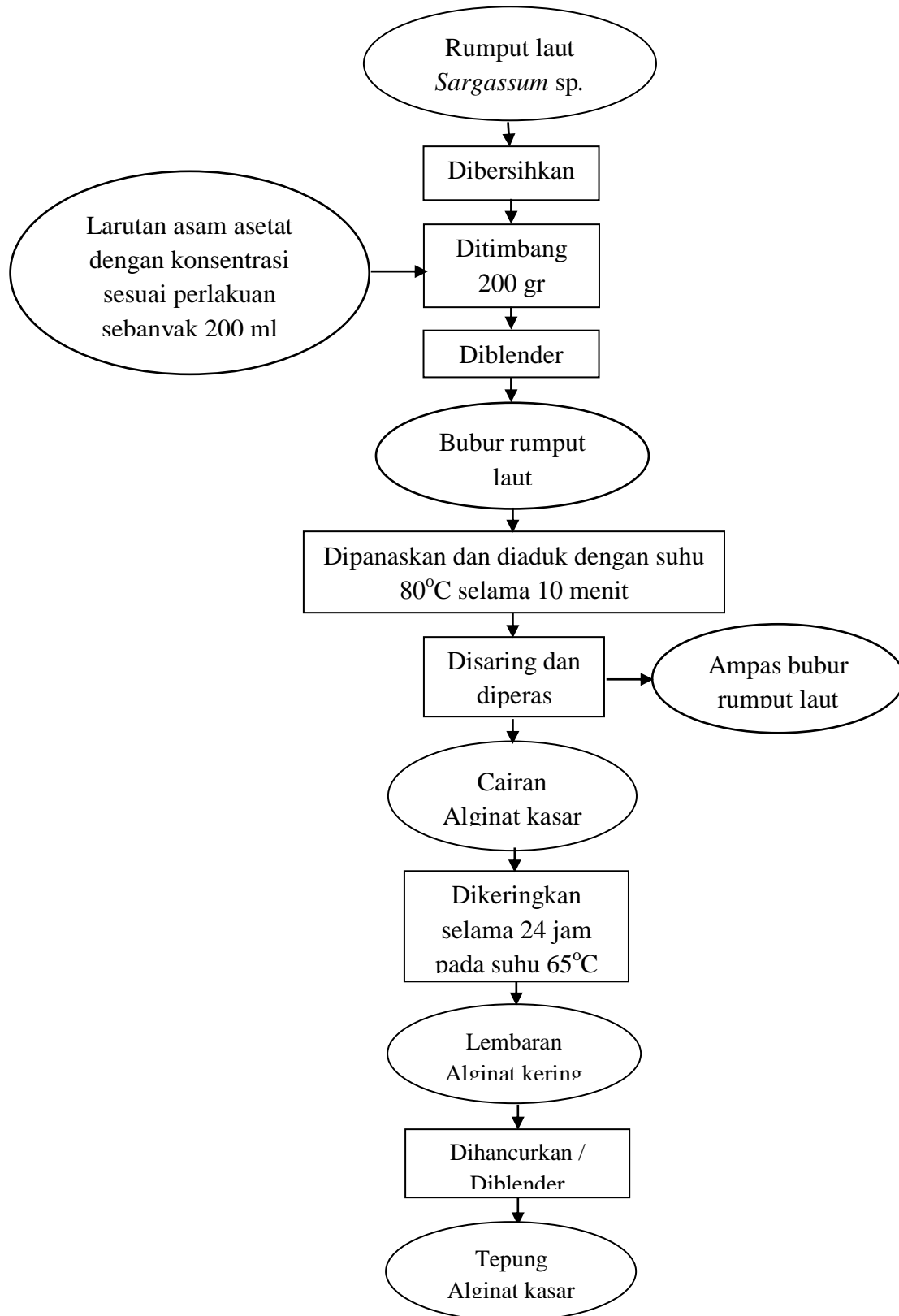
Penelitian ini menggunakan beberapa konsentrasi asam asetat dalam ekstraksi alginat yang berasal dari rumput laut *Sargassum* sp. Konsentrasi yang digunakan adalah 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% setiap konsentrasi diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis secara diskriptif kuantitatif dan kualitatif. Penentuan karakteristik larutan asam asetat terbaik didasarkan pada satandart alginat *Food Chemical Codex*.

### Pelaksanaan Penelitian

Proses ekstraksi alginat adalah sebagai berikut, bahan baku yaitu rumput laut *Sargassum* sp. dibersihkan lalu ditimbang 200 gram kemudian ditambah larutan asam asetat sesuai perlakuan. Bahan yang sudah tercampur diblender untuk mendapatkan hasil berupa bubur rumput laut. Bubur rumput laut yang telah didapat kemudian dipanaskan dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  dan diaduk selama 10 menit. Setelah itu disaring dan diperas untuk mendapatkan hasil berupa cairan alginat kasar yang kemudian dikeringkan pada suhu  $65^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, setelah kering kemudian ditepungkan untuk mendapatkan tepung alginat kasar. Diagram alir pembuatan tepung alginat dapat dilihat pada Gambar 1.

### Variabel yang diamati

Variabel yang diamati pada alginat yang meliputi uji rendemen, uji kadar air, uji kadar abu, uji visikositas, uji pH (Bahar, 2012), dan uji gugus fungsi dengan FTIR.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tepung alginat

Standar mutu alginat dapat dilihat pada Tabel 1 (standar yang ditetapkan oleh Winarno) dan pada Tabel 2 (standar yang ditetapkan oleh *Food Chemical Codex*).

Tabel 1. Standar mutu alginat (Winarno, 1996)

Karakteristik	Natrium Alginat
Kemurnian (% bobot kering)	90,8 – 100 %
Kadar As	< 3 ppm
Kadar Pb	< 10 ppm
Kadar Hg	< 0,04 %
Kadar Abu	18 -27 %
Kadar Air	< 15 %

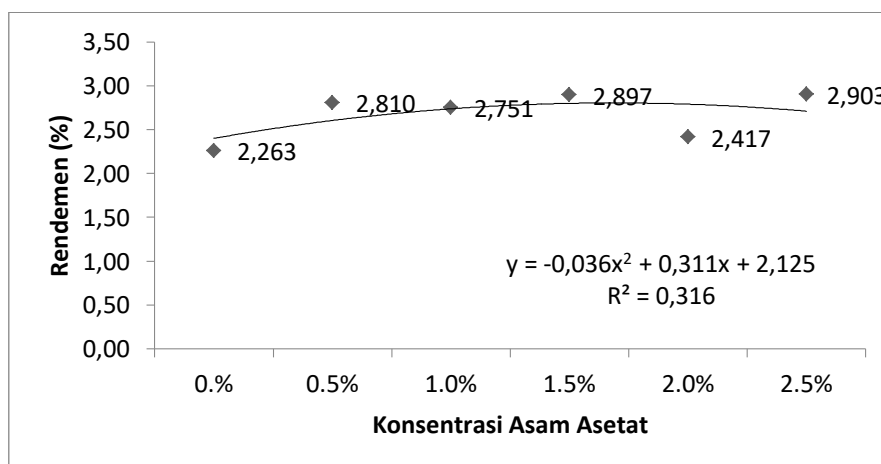
Tabel 2. Standar mutu alginat (*Food Chemical Codex*, 1981)

Parameter Mutu	Standart Mutu Na-alginat
Kadar air	< 15%
Kadar abu	18 - 27%
pH	3,5 – 10
Viskositas	10 - 5000cp
Rendemen	>18%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen Alginat

Rendemen alginat merupakan persentase dari berat tepung alginat dengan berat awal rumput laut. Rendemen alginat diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan konsentrasi larutan asam asetat.

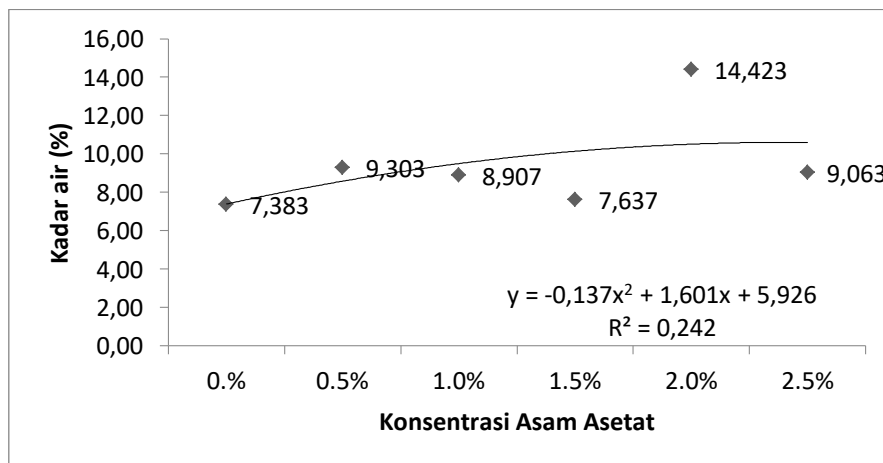


Gambar 2. Grafik rendemen alginat

Berdasarkan Gambar 2 hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan rendemen alginat terlihat pada grafik di atas. Hubungan tersebut secara matematis diperoleh dari persamaan  $y = -0,036x^2 + 0,0311x + 2,125$  dengan nilai  $R^2 = 0,316$ . Konsentrasi asam asetat yang menghasilkan rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi 4,38% dengan rendemen 2,80%. Hasil yang diperoleh masih di bawah dari kisaran yang sudah ditetapkan oleh *Food Chemical Codex* (1981) yaitu sebesar <18% untuk rendemen alginat. Dari pola grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan nilai rendemen yang optimum dibutuhkan konsentrasi asam asetat yang tepat, apabila melebihi konsentrasi yang sudah tepat maka rendemen yang diperoleh cenderung stabil atau bahkan dapat menurun (rusak) (Sudarmadji,1989).

**Kadar Air Alginat**

Kadar air alginat ditentukan berdasarkan berat keringnya yang merupakan persentase dari berat kering alginat dengan berat awal alginat. Kadar air dapat mempengaruhi mutu, terutama karena berhubungan erat dengan dengan daya awet bahan selama penyimpanan. Kadar air yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan bahan, oleh karena itu kadar air harus dapat ditekan sehingga dapat awet selama penyimpanan (Winarno, 1996).



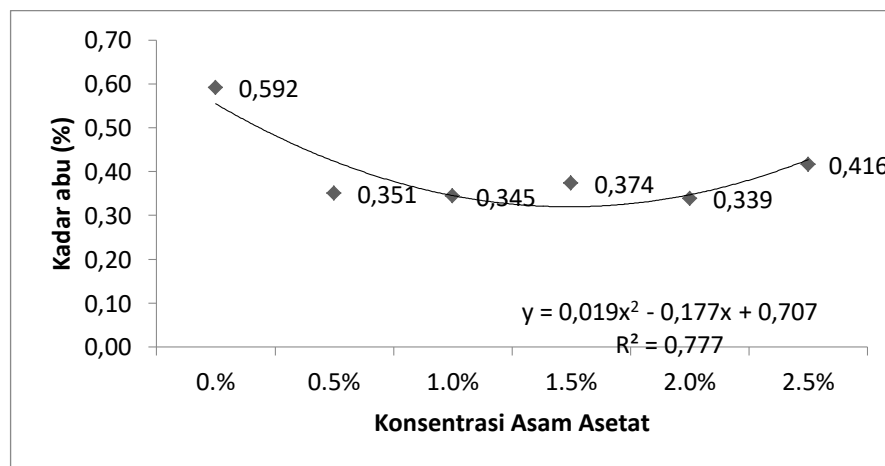
Gambar 3. Grafik kadar air alginat

Berdasarkan Gambar 3 hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan kadar air alginat terlihat pada grafik di atas. Hubungan tersebut secara matematis diperoleh dari persamaan  $y = -0,137x^2 + 1,601x + 5,926$  dengan nilai  $R^2 = 0,242$ . Konsentrasi asam asetat yang menghasilkan kadar air tertinggi diperoleh pada konsentrasi 5,85% dengan kadar air 10,61%. Hasil yang diperoleh berada dalam kisaran yang sudah ditetapkan oleh Winarno (1996) dan *Food Chemical Codex* (1981) yaitu sebesar <15% untuk kadar air. Dari pola grafik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan

maka kadar air yang diperoleh cenderung semakin tinggi pula, apabila melebihi konsentrasi asam asetat yang tepat dan kadar air tertinggi maka kadar air yang diperoleh akan tetap stabil atau kembali menurun (Sudarmadji,1989).

### Kadar Abu Alginat

Abu merupakan bahan tersisa hasil pembakaran yang merupakan zat-zat anorganik berupa mineral. Hal tersebut terjadi karena proses pembakaran pada pengukuran kadar abu menyebabkan zat-zat organik pada bahan akan terbakar dan menyisakan abu. Rumput laut merupakan bahan yang kaya akan mineral seperti Na, K, Ca, dan Mg. Kadar abu alginat dinyatakan sebagai persentase berat abu terhadap berat sampel kering.



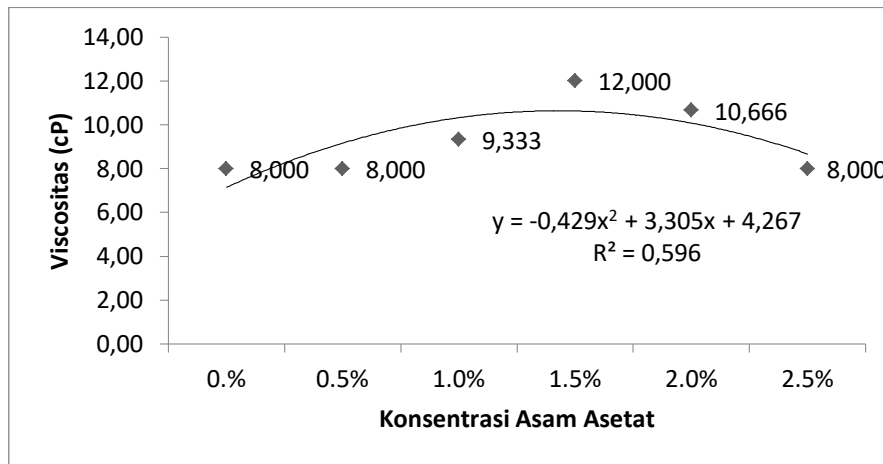
Gambar 4. Grafik kadar abu alginat

Hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan kadar abu alginat terlihat pada Gambar 4. Secara matematis diperoleh dari persamaan  $y = 0,019x^2 + 0,177x + 0,707$  dengan nilai  $R^2 = 0,777$ . Konsentrasi asam asetat yang menghasilkan rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi 4,60% dengan kadar abu 1,12%. Hasil kadar abu yang diperoleh masih dibawah dari kisaran yang sudah ditetapkan oleh *Food Chemical Codex* (1981) dan Winarno (1996) yaitu sebesar 18-27%. Dari pola grafik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan maka kadar abu yang diperoleh akan semakin rendah, kadar abu juga dipengaruhi oleh campuran dari konsentrasi asam asetat yang digunakan. Jika menggunakan konsentrasi asam asetat yang terlalu tinggi maka kadar abu yang diperoleh juga akan tinggi (Sudarmadji,1989).

### Viskositas Alginat

Viskositas merupakan salah satu sifat yang sangat penting dari alginat. Sifat ini pula yang sering dijadikan sebagai ukuran kualitas alginat yang ditawarkan dalam dunia perdagangan, karena pada umumnya alginat digunakan sebagai bahan pengental dan

penstabil. Standar viskositas menurut Winarno (1996) dan *Food Chemical Codex* (1981) adalah 10-5000cp.



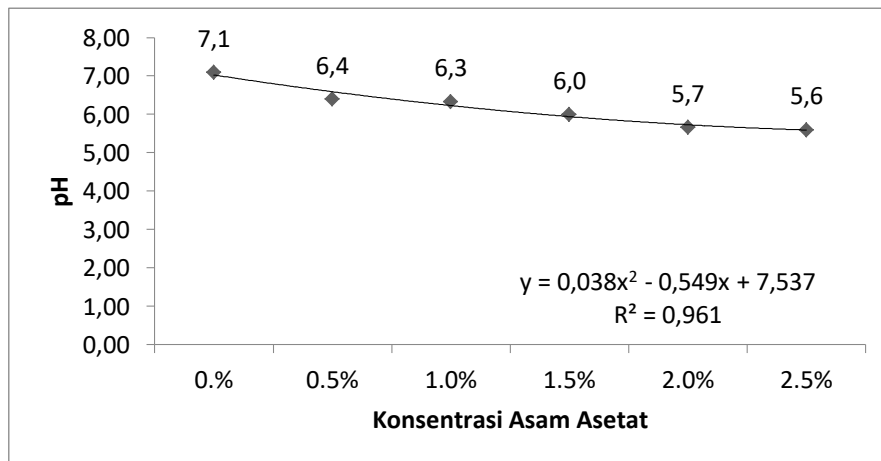
Gambar 5. Grafik viskositas alginat

Berdasarkan Gambar 5 hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan viskositas alginat terlihat pada grafik di atas. Hubungan tersebut secara matematis diperoleh dari persamaan  $y = 0,429x^2 + 3,305x + 4,267$  dengan nilai  $R^2 = 0,596$ . Konsentrasi asam asetat yang menghasilkan rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi 3,86% dengan viskositas 10,64%. Hasil yang diperoleh berada dalam kisaran yang sudah ditetapkan oleh Winarno (1996) dan *Food Chemical Codex* (1981) yaitu sebesar 10-5000cp untuk viskositas alginat. Dari pola grafik di atas diketahui bahwa viskositas alginat dipengaruhi oleh konsentrasi asam asetat. Pada konsentrasi tertentu diperoleh nilai viskositas yang optimum, apabila melebihi konsentrasi asam asetat yang tepat maka nilai viskositas yang diperoleh akan menurun (Sudarmadji,1989).

### pH Alginat

Nilai pH adalah salah satu sifat fisik yang menentukan kadar keasaman dari natrium alginat. pH tergantung dari zat-zat yang terkandung didalamnya selain itu konsentrasi zat juga dapat mempengaruhi nilai pH. Berdasarkan Gambar 6 hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan pH alginat terlihat pada grafik di atas. Hubungan tersebut secara matematis diperoleh dari persamaan  $y = 0,038x^2 + 0,549x + 7,537$  dengan nilai  $R^2 = 0,961$ . Konsentrasi asam asetat yang menghasilkan rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi 7,34% dengan pH 9,55%. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai pH akan turun apabila semakin tinggi kandungan konsentrasi asam asetat. Hasil yang diperoleh berada dalam kisaran yang sudah ditetapkan oleh *Food Chemical Codex* (1981) yaitu sebesar 3,5-10 untuk pH alginat.





Gambar 6. Grafik pH alginat

### Perlakuan Alginat Terbaik

Hasil rata – rata alginat terbaik menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan larutan konsentrasi asam asetat 1,5% merupakan hasil terbaik yang didapatkan pada penelitian ini. Nilai rata – rata alginat terbaik bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata – rata perlakuan terbaik alginat *Sargassum* sp.

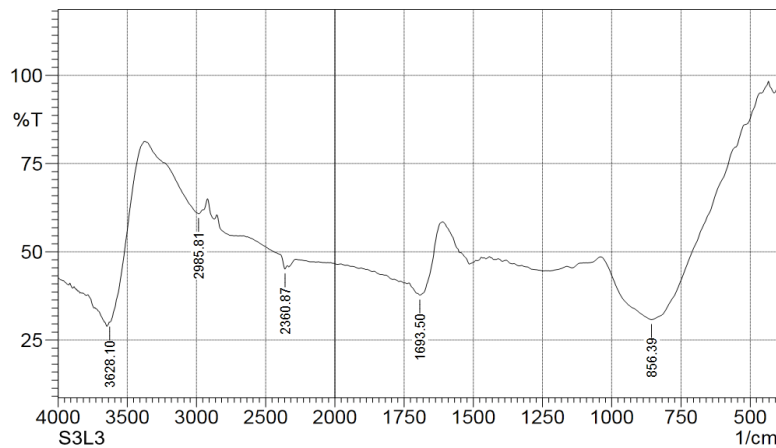
Perlakuan	Rendemen	Kadar Air	Kadar Abu	Viskositas	pH
0.0%	2,263	0,025	0,592	8,000	7,1
0.5%	2,810	0,030	0,351	8,000	6,4
1.0%	2,751	0,033	0,345	9,333	6,3
<b>1.5%</b>	<b>2,897</b>	<b>0,037</b>	<b>0,374</b>	<b>12,000</b>	<b>6,0</b>
2.0%	2,417	0,035	0,339	10,666	5,7
2.5%	2,903	0,036	0,416	8,000	5,6

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil penelitian ini yang memenuhi standar adalah perlakuan dengan larutan konsentrasi asam asetat 1,5% yang memiliki nilai rata – rata karakteristik alginat sebagai berikut rendemen 2,897%, kadar air 0,037%, kadar abu 0,374%, viskositas 12cp, dan pH 6,0. Dan hasil terbaik dari variabel viskositas ini sudah memenuhi standar dari *Food Chemical Codex* (1981), namun nilai rendemen dan kadar abu tidak masuk dalam standar mutu karena memiliki nilai di bawah standar mutu yang sudah ditetapkan.

### Gugus Fungsi (FTIR / *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Ekstraksi natrium alginat dari rumput laut hijau *Sargassum* sp. yang diperoleh dari pantai Nusa Dua, kemudian dilakukan analisis kualitatif dengan menggunakan spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Dari hasil analisis menggunakan FTIR diperoleh puncak-puncak serapan yang menunjukkan gugus fungsi penyusun alginat.

Hasil pengukuran spektrum natrium alginat dari hasil penelitian dibandingkan dengan natrium alginat yang diperoleh dari hasil pabrik. Dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 7. Spektrum FTIR alginat hasil ekstraksi

Tabel 4. Data spektrum FTIR alginat hasil ekstraksi rumput laut *Sargassum* sp.

Hasil Ekstraksi	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> ) Interpretasi gugus fungsi	Referensi rentang bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )
3628,10	Alkohol/fenol (O-H)	3500 – 3650
2985,81	Gugus alkana (C-H)	2850 – 3000
2360,87	Ikatan rangkap tiga (C≡N)	2210 – 280
1693,50	Gugus karbonil (C=O)	1680 – 1760
856,39	Daerah sidik jari manuronat	810 – 850

Tabel 5. Data spektrum FTIR natrium alginat pabrik (Yulianto, 2007)

Hasil Pabrik	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> ) Interpretasi gugus fungsi	Referensi rentang bilangan gelombang (cm-1)
3442,94	Alkohol/fenol (O-H)	3500 – 3200
1614,42	Gugus karbonil (C=O)	1600 – 1680
1126,43		
1091,71	Gugus karboksil (C-O)	1000 – 1300
1028,06		
1417,68	Na dalam isomer alginat	1614 dan 1431

Tabel 4 menunjukkan bahwa alginat yang diperoleh pada hasil penelitian dari rumput *Sargassum* sp memiliki perbedaan dengan alginat pabrik dapat dilihat pada Tabel 5. Keberadaan puncak-puncak serapan pada daerah sekitar 3500-3650cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya alkohol/fenol (O-H), yang berikatan dengan hidrogen. Bilangan gelombang 2850-3000cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus Alkana (C-H), bilangan gelombang 2210-2280cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya senyawa ikatan rangkap tiga Alkilnitril (C≡N). Pada bilangan gelombang 1680-1760cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O). Puncak serapan 810-

850cm<sup>-1</sup> menunjukkan daerah khas sidik jari mannuronat. Dari hasil spektrum dapat diidentifikasi gugus-gugus fungsi yang menunjukkan karakteristik natrium alginat sehingga diperoleh gambaran yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 diperoleh persamaan yaitu pada gugus fungsi O-H dan C=O.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan:

- 1). Hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan rendemen alginat memiliki persamaan  $y = -0,036x^2 + 0,0311x + 2,125$  dengan nilai  $R^2 = 0,316$ , antara konsentrasi asam asetat dengan kadar air memiliki persamaan  $y = -0,137x^2 + 1,601x + 5,926$  dengan nilai  $R^2 = 0,242$ , antara konsentrasi asam asetat dengan kadar abu memiliki persamaan  $y = 0,019x^2 + 0,177x + 0,707$  dengan nilai  $R^2 = 0,777$ , antara konsentrasi asam asetat dengan viskositas memiliki persamaan  $y = 0,429x^2 + 3,305x + 4,267$  dengan nilai  $R^2 = 0,949$ , dan antara konsentrasi asam asetat dengan pH memiliki persamaan  $y = 0,038x^2 + 0,549x + 7,537$  dengan nilai  $R^2 = 0,961$ .
- 2). Konsentrasi larutan asam asetat 1,5% menghasilkan karakteristik alginat terbaik yang memiliki rata-rata nilai rendemen 2,90%, kadar air 7,64%, kadar abu 0,37%, viskositas 12 cp, dan pH 6,0. Alginat hasil ekstraksi yang diperoleh mengandung interpretasi gugus fungsi yaitu gugus hidroksil (O-H), gugus alkana (C-H), ikatan rangkap tiga (C≡N), gugus karboksil (C-O), dan daerah sidik jari manuronat.

### Saran

- 1). Berdasarkan hasil penelitian disarankan dalam ekstraksi alginat rumput laut *Sargassum* sp. hijau menggunakan konsentrasi asam asetat 1,5% untuk mendapatkan hasil yang terbaik.
- 2). Pada penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ekstraksi alginat untuk mendapatkan kandungan natrium alginat terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmadja, W.S., A. Kadi, Sulistidjo, dan Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Bahar. R, Adiba Arief, dan Sukriadi. 2012. Daya Hambat Ekstrak Na-Alginat Dari Alga Cokelat Jenis *Sargassum* sp. Terhadap Proses Pematangan Buah Mangga dan Buah Jeruk. *Indonesia Chemica Acta*. Jurusan Kimia. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. 5 (2) : 22-31
- Food Chemical Codex. 1981. *Food Chemical Codex*. Washington DC : National Academy Press.
- Kadi. A. 2005. Potensi Rumput Laut Dibeberapa Perairan Pantai Indonesia. *Jurnal Oseana*. 29 (4) : 25–36.
- Mursyidin, D.H., D.P. Perkasa, dan Prabowo. 2002. Pemanfaatan Rumput Laut *Sargassum* sp. untuk Mengatasi Krisis Ekonomi, Pangan dan Zat Gizi Indonesia. Laporan Karya Tulis Ilmiah. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Mushollaeni. W, dan Endang Rusdiana. 2011. Karakterisasi Natrium Alginat dari *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., dan *Padina* sp. *J. Teknol dan Industri Pangan*. 12 (1) : 22-32
- Sudarmadji, S. 1989. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta : Liberti.
- Sulistyawati, H. 2003. Struktur komunitas seaweed (rumput laut) di Pantai Pasir Putih Kabupaten Situbondo. *Jurnal Ilmu Dasar* 4 (1): 58-61.
- Winarno, F. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. *JPB Perikanan*. 9 (1) : 69-81
- Yulianto, K. 2007. Penelitian Isolasi Alginat Alga Laut Coklat dan Prospek Menuju Industri. *Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional*.