



PENGARUH PERENDAMAN RUMPUT LAUT JENIS *SARGASSUM SP* DENGAN HCL TERHADAP EKSTRAKSI NATRIUM ALGINAT

Herti Utami dan Endiana Dwi Muharani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung
Telp. 081540887525
Fax: 0721 704947
e-mail : hertie19@plasa.com, hertie@telkom.net

Abstrak

Rumput laut dikelompokkan menjadi 4 yaitu : alga merah (*Rhodophyceae*), alga coklat (*Phaeophyceae*), alga hijau (*Chlorophyceae*) dan alga biru-hijau (*Cyanophyceae*). Rumput laut yang paling banyak dimanfaatkan adalah dari jenis ganggang merah (*Rhodophyceae*) karena mengandung agar-agar dan karaginan. Sebenarnya tidak hanya ganggang merah saja yang dapat dimanfaatkan, jenis ganggang coklatpun potensial untuk dibudidayakan dan dimanfaatkan, seperti jenis *Sargassum*. Pada ganggang coklat dinding selnya terdapat selulosa dan algin. Algin yang dikandung oleh ganggang coklat ini dikenal di industri dan perdagangan karena banyak manfaatnya. Bentuk algin di pasaran dapat berupa tepung natrium, kalium atau ammonium alginat yang larut dalam air, maupun tepung kalsium yang tidak larut dalam air. Kegunaan alginat dalam industri adalah sebagai bahan pengental (*thickener*), pengemulsi dan juga sebagai bahan *additive* dalam industri pangan, industri kosmetik, industri farmasi, dan industri cat.

Secara umum proses ekstraksi dilakukan untuk menghasilkan natrium alginat dari rumput laut coklat dengan pelarut Natrium Karbonat. Tahapan proses terdiri dari persiapan bahan baku, tahap ekstraksi dan tahap pengambilan hasil. Kondisi yang optimal perlu distapkan sebelum dilakukan proses ekstraksi natrium alginat. Kondisi tersebut diperoleh dari tahap persiapan bahan baku, yaitu pada saat perendaman asam dengan menggunakan HCl. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi HCl (0,5%; 1% ; 2% ; dan 3%) dan variasi waktu perendaman (0,5 jam; 1 jam; 2 jam dan 3 jam).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 2% dan waktu perendaman 0,5 jam yaitu rendemen sebanyak 34,8175%. Natrium alginat yang dihasilkan memiliki kadar air 18,53%; kadar abu 16,9712%; pH 10,12 dan viskositas 10 cp dan memenuhi standar mutu yang ditetapkan di pasaran.

Kata kunci : Natrium alginat, ekstraksi, rumput laut

PENDAHULUAN

Rumput laut tumbuh dan tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia. Rumput laut ini merupakan salah satu potensi sumberdaya hayati yang memiliki prospek untuk dikembangkan karena bernilai ekonomis tinggi. Pemanfaatannya untuk memenuhi berbagai kebutuhan menjadikan berkembangnya industri yang membuka peluang kerja yang tidak sedikit. Di Indonesia pemanfaatan rumput laut yang terbesar adalah sebagai bahan ekspor dalam bentuk rumput laut kering. Untuk meningkatkan produksi rumput laut ini dapat dilakukan dengan teknik budidaya rumput. Dari hasil rumput laut tersebut sebenarnya dapat diadakan pengolahan lebih lanjut untuk memberikan nilai tambah tidak sekedar hanya rumput laut kering. Pengolahan rumput laut kering dapat menghasilkan agar-agar, karaginan dan algin tergantung kandungan yang terdapat pada jenis rumput laut.

Di Indonesia pemanfaatan rumput laut yang terbesar adalah sebagai bahan ekspor dalam bentuk rumput laut kering. Untuk meningkatkan produksi rumput laut ini dapat dilakukan dengan teknik budidaya rumput. Dari hasil rumput laut tersebut sebenarnya dapat diadakan pengolahan lebih lanjut untuk memberikan nilai tambah tidak sekedar hanya rumput laut kering. Pengolahan rumput laut kering dapat menghasilkan agar-agar, karaginan dan algin tergantung kandungan yang terdapat pada jenis rumput laut.

Algin yang dikandung oleh ganggang coklat (*Phaeophyceae*) ini dikenal dalam industri dan perdagangan karena banyak manfaatnya. Bentuk algin di pasaran bisa berupa tepung natrium, kalium atau ammonium alginat yang larut dalam air maupun tepung kalsium yang tidak larut dalam air. Kegunaan algin dalam industri ialah sebagai bahan pengental (*thickener*), pengemulsi dan pembentuk lapisan tipis yang tahan terhadap minyak (Tim Penulis PS, 1997). Dalam industri makanan dapat digunakan sebagai *additive* untuk pembuatan es krim, roti, kue, permen, mentega, saus, selai dan pudding. Dalam industri farmasi dapat



digunakan dalam pembuatan tablet, salep, plester, serta industri kosmetika antara lain digunakan untuk *cream, lotion, shampoo*, cat rambut dll. Industri lain yang menggunakan algin antara lain industri cat, tekstil, keramik dan fotografi. Algin yang dikandung oleh ganggang coklat (*Phaeophyceae*) ini dikenal dalam industri dan perdagangan karena banyak manfaatnya. Bentuk algin di pasaran bisa berupa tepung natrium, kalium atau ammonium alginat yang larut dalam air maupun tepung kalsium yang tidak larut dalam air. Kegunaan algin dalam industri ialah sebagai bahan pengental (*thickener*), pengemulsi dan pembentuk lapisan tipis yang tahan terhadap minyak (Tim Penulis PS, 1997). Dalam industri makanan dapat digunakan sebagai *additive* untuk pembuatan es krim, roti, kue, permen, mentega, saus, selai dan pudding. Dalam industri farmasi dapat digunakan dalam pembuatan tablet, salep, plester, serta industri kosmetika antara lain digunakan untuk *cream, lotion, shampoo*, cat rambut dll. Industri lain yang menggunakan algin antara lain industri cat, tekstil, keramik dan fotografi.

Pengambilan alginat dari rumput laut ini dilakukan dengan proses ekstraksi. Handayani (1999) telah melakukan penelitian pengaruh volume pelarut Na_2CO_3 terhadap rendemen natrium alginat yang diperoleh dan menguji karakteristik sifatnya untuk rumput laut jenis *Sargassum Sp*. Metode yang digunakan adalah *Le Gloahec-Herter Process*. Yani (1988) telah memodifikasi *Green Cold Process* dan metode *Le Gloahec-Herter Process* untuk menghasilkan tepung alginat tetapi produknya belum memenuhi standar *Food Chemical Codex*. Wiwekaningtyas (1994) mencoba mengkombinasikan metode yang dimodifikasi oleh Yani dan metode dari Jepang yaitu metode Okazaki (1974) dalam mengoptimasi natrium alginat dan didapatkan hasil terbaik pada perlakuan perendaman tanpa NaOH dan konsentrasi pelarut Na_2CO_3 dibawah 4,83%. Berdasarkan uraian di atas yang perlu diketahui adalah kondisi optimal yang diperlukan untuk ekstraksi natrium alginat. Untuk itu perlu dipelajari teknik ekstraksi dengan metode yang tepat dan juga pengaruh perlakuan awal sebelum ekstraksi terhadap rendemen alginat yang dihasilkan.

Perlakuan awal sebelum ekstraksi perlu dilakukan karena bertujuan selain untuk menghilangkan *impurities* yang ada dalam rumput laut juga dapat meningkatkan rendemen alginat yang akan dihasilkan. Perlakuan awal tersebut adalah perendaman dengan asam dan basa. Pada perendaman dengan asam terjadi pemecahan dinding sel rumput laut. Hal ini diduga ada hubungannya dengan jaringan selulosa pada rumput laut menjadi semakin lunak pada penambahan konsentrasi HCl yang semakin tinggi, karena HCl selain sebagai agen demineralisasi, juga berfungsi sebagai agen hidrolisis (Susanto,dkk.,2001). Menurut Wong (1989) dalam (Susanto,dkk., 2001) akibat hidrolisis asam terhadap selulosa terjadi depolimerisasi dan selulosa menjadi lebih lunak. Sedangkan perendaman dengan basa berfungsi untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan garam yang terdapat pada rumput laut dan juga untuk menetralkan asam (Sari,L.A.,1994). Pada tahap perendaman tersebut perlu ditentukan kondisi yang optimal untuk mendapatkan rendemen natrium alginat yang akan dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian dari Susanto dkk (2001) ternyata perendaman pada rumput laut jenis *Padina sp*. dengan asam dan konsentrasi pelarut Na_2CO_3 berpengaruh pada jumlah rendemen alginat hasil ekstraksi. Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh konsentrasi HCl dan waktu perendaman rumput laut jenis *Sargassum Sp* sebelum ekstraksi. Dari hasil penelitian ini diharapkan diperoleh teknologi ekstraksi alginat yang dapat digunakan untuk pengembangan industri alginat di Indonesia.

Pengambilan alginat dari rumput laut ini dilakukan dengan proses ekstraksi. Handayani (1999) telah melakukan penelitian pengaruh volume pelarut Na_2CO_3 terhadap rendemen natrium alginat yang diperoleh dan menguji karakteristik sifatnya untuk rumput laut jenis *Sargassum Sp*. Metode yang digunakan adalah *Le Gloahec-Herter Process*. Yani (1988) telah memodifikasi *Green Cold Process* dan metode *Le Gloahec-Herter Process* untuk menghasilkan tepung alginat tetapi produknya belum memenuhi standar *Food Chemical Codex*. Wiwekaningtyas (1994) mencoba mengkombinasikan metode yang dimodifikasi oleh Yani dan metode dari Jepang yaitu metode Okazaki (1974) dalam mengoptimasi natrium alginat dan didapatkan hasil terbaik pada perlakuan perendaman tanpa NaOH dan konsentrasi pelarut Na_2CO_3 dibawah 4,83%. Berdasarkan uraian di atas yang perlu diketahui adalah kondisi optimal yang diperlukan untuk ekstraksi natrium alginat. Untuk itu perlu dipelajari teknik ekstraksi dengan metode yang tepat dan juga pengaruh perlakuan awal sebelum ekstraksi terhadap rendemen alginat yang dihasilkan.

Perlakuan awal sebelum ekstraksi perlu dilakukan karena bertujuan selain untuk menghilangkan *impurities* yang ada dalam rumput laut juga dapat meningkatkan rendemen alginat yang akan dihasilkan. Perlakuan awal tersebut adalah perendaman dengan asam dan basa. Pada perendaman dengan asam terjadi pemecahan dinding sel rumput laut. Hal ini diduga ada hubungannya dengan jaringan selulosa pada rumput laut menjadi semakin lunak pada penambahan konsentrasi HCl yang semakin tinggi, karena HCl selain sebagai agen demineralisasi, juga berfungsi sebagai agen hidrolisis (Susanto,dkk.,2001). Menurut Wong (1989) dalam (Susanto,dkk., 2001) akibat hidrolisis asam terhadap selulosa terjadi depolimerisasi dan selulosa menjadi lebih lunak. Sedangkan perendaman dengan basa berfungsi untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan garam yang terdapat pada rumput laut dan juga untuk menetralkan asam (Sari,L.A.,1994). Pada tahap perendaman tersebut perlu ditentukan kondisi yang optimal untuk mendapatkan rendemen natrium alginat yang akan dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian dari Susanto dkk (2001) ternyata perendaman pada

rumput laut jenis *Padina sp.* dengan asam dan konsentrasi pelarut Na_2CO_3 berpengaruh pada jumlah rendemen alginat hasil ekstraksi. Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh konsentrasi HCl dan waktu perendaman rumput laut jenis *Sargassum Sp* sebelum ekstraksi. Dari hasil penelitian ini diharapkan diperoleh teknologi ekstraksi alginat yang dapat digunakan untuk pengembangan industri alginat di Indonesia.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini gelas beker untuk merendam rumput laut kering yang diberi tutup plastik, saringan dan corong, labu leher tiga yang dipanaskan dalam *water bath* yang dilengkapi dengan pendingin balik, statif, motor pengaduk, pengaduk, pemanas dan thermometer, *stopwatch*, labu ukur, gelas ukur, pipet ukur, bola hisap, erlenmeyer, gelas beker, kertas saring, corong, pengaduk, cawan, oven, desikator, dan neraca digital.

Bahan-bahan adalah rumput laut jenis *Sargassum Sp* dari pantai Wartawan, Kalianda, Lampung Selatan yang sudah dikeringkan, HCl, dan NaOH, Na_2CO_3 padat, NaOCl, akuades, CaCl_2 , HCl, Na_2CO_3 padat, dan isopropanol.

Prosedur Penelitian

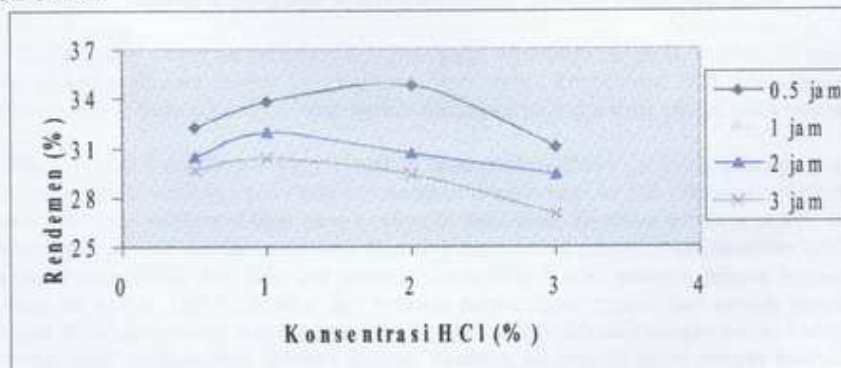
Sargassum sp. kering dicuci dan dipotong-potong. Rumput laut yang sudah bersih tersebut ditimbang sebanyak 20 gram, kemudian direndam dalam 200 ml HCl pada konsentrasi HCl 0,5%; 1%; 2%; dan 3% selama 0,5; 1; 2; 3 jam pada suhu kamar, lalu dicuci dan ditiriskan. Setelah itu rumput laut direndam dalam 200 ml larutan NaOH 0,5% pada suhu 50°C selama 30 menit, lalu dicuci dengan akuades dan ditiriskan. Ekstraksi dilakukan secara *batch* dengan pelarut Na_2CO_3 1% sebanyak 200 ml. Setelah suhu ekstraksi 70°C dan dijaga konstan, rumput laut dimasukkan dan pengaduk dijalankan dengan kecepatannya yang dijaga tetap yaitu sekitar 250 rpm sampai waktu ekstraksi selama 2 jam.

Ekstrak alginat diencerkan dengan akuades sebanyak 250 ml. Ini bertujuan agar lebih mudah penyaringannya. Setelah larutan disaring, residu rumput lautnya dibuang. Filtrat yang diperoleh dilakukan pemucatan warna alginat dengan menggunakan NaOCl 11% sebanyak 25 ml, dilanjutkan dengan penambahan CaCl_2 10%. Larutan kemudian ditambah asam yaitu HCl 4% sebanyak 50 ml sedikit demi sedikit sambil diaduk. Setelah terbentuk endapan asam alginat yang tidak larut lalu pencucian dan penyaringan dilakukan terhadap endapan asam ini sampai pH air cucian netral. Endapan asam alginat yang sudah bersih digaramkan dengan Na_2CO_3 10% b/b sebanyak 30 ml sehingga terbentuk natrium alginat yang larut. Larutan natrium alginat diendapkan dan dimurnikan dengan penambahan alkohol yaitu isopropanol 95% sebanyak 100 ml sedikit demi sedikit sambil diaduk. Endapan natrium alginat dipisahkan dengan penyaringan dan dikeringkan dengan oven yang dilengkapi *blower* pada suhu rendah $\pm 60^\circ\text{C}$ sampai beratnya konstan kemudian dioven pada suhu tinggi $\pm 120^\circ\text{C}$ selama 15 menit. Endapan natrium alginat kering ini dapat dihaluskan untuk memperoleh hasil tepung alginat. Analisis hasil dilakukan dengan cara gravimetri, yaitu dengan menimbang berat natrium alginat yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Konsentrasi HCl

Pengaruh konsentrasi HCl terhadap persen rendemen yang diperoleh pada ekstraksi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Rendemen

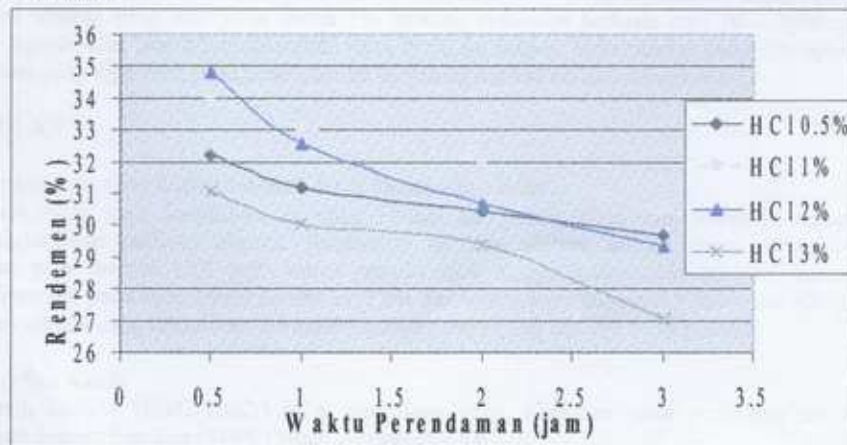
Rendemen alginat paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 2% pada variasi waktu 0,5 jam. Grafik-grafik pada setiap variasi waktu perendaman di atas menunjukkan sedikit kenaikan persen rendemen pada konsentrasi 0,5-1% tapi kemudian menurun pada konsentrasi 2 dan 3% kecuali pada waktu perendaman 0,5 jam yang baru menurun pada konsentrasi 3%.

Konsentrasi HCl pada saat perendaman pada tahap pra-ekstraksi dapat sedikit meningkatkan rendemen alginat, tetapi hanya sampai pada konsentrasi tertentu. Keadaan ini disebabkan karena HCl berfungsi sebagai agen hidrolisis (Susanto, T., dkk, 2001). Jaringan selulosa pada rumput laut menjadi lebih lunak dengan penambahan HCl, karena akibat hidrolisis asam terhadap selulosa terjadi depolimerisasi dan selulosa menjadi lebih lunak (Susanto, T., dkk, 2001). Hal ini dapat meningkatkan rendemen alginat karena pada saat ekstraksi alginat akan lebih mudah diekstrak. Tetapi semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan juga dapat menyebabkan rendemen alginat yang dihasilkan menurun. Hal ini karena penambahan HCl yang semakin tinggi menyebabkan jaringan selulosa pada rumput laut menjadi semakin lunak akibatnya pada tahap selanjutnya yaitu pada penambahan NaOH 0,5%, yang sedianya berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan garam-garam dan juga menetralkan asam, terjadi ekstraksi yang tidak diharapkan. Dengan demikian alginat larut sebelum proses ekstraksi dengan pelarut Na_2CO_3 berlangsung sehingga pada tahap ekstraksi yang sebenarnya jumlah rendemen yang diperoleh berkurang.

Pada saat proses ekstraksi berlangsung terjadi pelepasan ion hidrogen gugus karboksilat asam alginat. Kedudukan ion hidrogen tersebut akan diganti oleh ion natrium yang berasal dari pelarut Na_2CO_3 . Pada tahap perendaman dengan basa setelah perendaman dengan asam, ion natrium dari NaOH juga dapat menggantikan kedudukan ion hidrogen tersebut. Pada saat ion hidrogen telah diganti oleh ion natrium maka asam alginat yang berasal dari dalam dinding sel rumput laut berubah menjadi natrium alginat yang berupa larutan kental berwarna coklat kehitaman. Tetapi pada tahap setelah perendaman dengan basa ini, rumput laut sedikit mengental. Pada tahap ini diduga telah terbentuk sedikit natrium alginat.

Pengaruh Waktu Perendaman

Pengaruh waktu perendaman terhadap rendemen alginat yang diperoleh pada penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Pengaruh Waktu Perendaman terhadap Rendemen alginat

Grafik pada waktu perendaman 0,5 jam yang diperlihatkan pada gambar di atas menunjukkan perolehan persen rendemen paling tinggi pada setiap variasi konsentrasi HCl dibandingkan pada waktu perendaman lainnya. Sedangkan perolehan persen rendemen paling sedikit adalah pada waktu perendaman 3 jam.

Pada waktu perendaman yang semakin lama menyebabkan jaringan selulosa pada rumput laut menjadi sangat lunak, sehingga pada saat perendaman dengan basa terjadi ekstraksi yang tidak diharapkan. Hal ini menyebabkan natrium alginat yang terekstrak pada tahap ekstraksi semakin sedikit sehingga jumlah rendemen yang diperoleh semakin menurun. Semakin lama waktu perendaman, semakin lunak pula jaringan selulosa pada rumput laut, dan pada saat perendaman dengan NaOH semakin banyak kemungkinan adanya alginat yang terekstrak. Hal ini terlihat dari sulitnya penyaringan rumput laut setelah perendaman dengan basa, dengan semakin lamanya waktu perendaman pada saat perendaman dengan asam, karena pada air yang akan disaring telah mengandung natrium alginat. Keadaan ini hampir sama dengan keadaan pada setelah tahap ekstraksi, hanya saja setelah tahap ekstraksi filtratnya, yang mengandung natrium alginat, yang diambil sedangkan pada tahap perendaman basa yang diambil adalah rumput lautnya dan airnya dibuang.



Pada air yang dibuang ini telah mengandung natrium alginat hasil ekstraksi yang tidak diharapkan. Inilah yang menyebabkan berkurangnya alginat yang terekstrak pada tahap ekstraksi yang sebenarnya, sehingga rendemen yang diperoleh semakin sedikit.

Hasil Analisis Produk

Hasil analisis natrium alginat dibandingkan dengan standar mutu alginat yang dijual di pasaran ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel I. Hasil Analisis Natrium Alginat Dibandingkan dengan Standar Mutu Alginat di Pasaran

Parameter analisis	Standar Mutu Alginat di Pasaran	Natrium Alginat Hasil
Kadar Air	5 -20%	18,53%
Kadar Abu	18 - 27%	16,9712%
pH	3,5 - 10	10,12
Viskositas	10 - 5.000 cp	10 cp

Natrium alginat hasil penelitian yang diperoleh mempunyai kadar air 18,543% untuk natrium alginat yang dihasilkan pada kondisi terbaik yaitu kondisi dimana rendemen natrium alginat yang diperoleh paling banyak, yaitu pada konsentrasi HCl 2% dan waktu perendaman 0,5 jam. Kadar air mempengaruhi mutu natrium alginat yang dihasilkan. Standar mutu natrium alginat mensyaratkan kadar air berada pada kisaran 5-20%. Dalam hal ini kadar air natrium alginat hasil penelitian telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Kadar abu yang diperoleh dari analisis hasil natrium alginat ini yaitu sebesar 16,9712%. Kisaran kadar abu menurut standar mutu natrium alginat yaitu 18-27%. Kadar abu natrium alginat telah memenuhi standar. Selain kadar air dan kadar abu, pH natrium alginat hasil penelitian ini juga bisa dikatakan memenuhi standar yaitu 10,12 sedangkan standar pH berkisar antara 3,5-10. Viskositas natrium alginat menurut standar berada pada kisaran yang luas yaitu untuk 1% larutan, viskositas berkisar dari 10 - 5000cp. Sedangkan viskositas alginat hasil penelitian diperoleh 10cp. Nilai ini berada pada standar yang ditetapkan, walaupun begitu alginat yang diperoleh pada penelitian ini tergolong alginat berviskositas rendah.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Rumput laut coklat jenis *Sargassum sp.* yang berasal dari pantai Wartawan, Kalianda, Lampung Selatan dapat menghasilkan natrium alginat. Rendemen natrium alginat sedikit dapat ditingkatkan dengan perendaman pada larutan HCl pada tahap pra-ekstraksi hingga konsentrasi tertentu. Persen rendemen tertinggi diperoleh pada konsentrasi pelarut HCl 2% dan waktu perendaman 0,5 jam yaitu sebanyak 34,8175 % . Natrium alginat yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang ditetapkan di pasaran.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada HEDS-DIKTI-JiCA atas dana yang diberikan pada penelitian ini melalui Self Development Project Funding (SDPF) tahun Anggaran 2006

DAFTAR PUSTAKA

- (1). Handayani, 1999, *Ekstraksi dan Karakteristik Alginat dari Rumput Laut Sargassum Sp*, Laporan Penelitian, Fakultas Teknologi Pengolahan dan Hasil Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- (2). Okazaki, A., 1974, *Seaweed and Their Uses In Japan*, Tokai University Press, Tokyo
- (3). Sari, L. A., 1994, *Pengaruh Penggunaan Natrium Hidroksida Serta Pemurni Metanol dan Isopropanol Terhadap Rendemen dan Mutu Natrium Alginat dari Sargassum Aquifolium*, Skripsi Fakultas Perikanan IPB, Bogor
- (4). Susanto, T., Rakhmadiono, S., dan Mujiyanto, 2001, *Karakterisasi Ekstrak Alginat Dari Padina Sp*, Jurnal Teknologi Pertanian, Vol 2, No. 2
- (5). Tim Penulis PS, 1997, *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- (6). Wiwekaningtyas, W., 1994, *Optimasi Isolasi Natrium Alginat dari Turbinaria Conoides Dengan Menggunakan Dua Macam Perlakuan Asam (HCl dan H₂SO₄)*, Skripsi Fakultas Perikanan IPB, Bogor
- (7). Yani, M., 1988, *Modifikasi dan Optimasi Proses Ekstraksi dalam Rancang Bangun Proses Tepung Algin dari Jenis Turbinaria Ornata*, Skripsi Fakultas Perikanan IPB, Bogor