

## PEMANFAATAN ALGINAT DARI ALGA COKLAT (*SARGASSUM SP*) UNTUK PRODUKSI PLASTIK YANG *BIODEGRADABLE*<sup>1</sup>

Essye Dwiwahyu R, Mita Suryani, Ratna Dwi W, Eli Rohaeti  
Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA UNY

### Abstract

The developing of biodegradable plastic is an alternative to overcome the problem on the abundance of plastic in environment. This research aims to 1) learn the production process of biodegradable plastic from alginat, 2) learn the easy of biodegradation process from plastic material, 3) learn the influence of the length of biodegradation toward the weight loss of plastic from alginat, and 4) compare the degradability between LLDPE (*Low Linear Density Polyethylene*) plastic and HDPE (*High Density Polyethylene*).

Alginat was from the extraction of brown algae and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 12% , then it was made as gel by adding HCL 10%. The production process of biodegradable plastic was done by blending-tecnique (LLDPE dan HDPE) with alginat. The test of biodegradable plastic was done by piling soil up for six days. The speed of weight loss of plastic was shown by the percent of plastic weight loss.

The quatitative analysis of alginat isolated from brown algae with concentration 1; 0.75; 0.5; 0.25 and 0.125% produces the viscosity 2.48; 2.05; 1.89; 1.71; dan 1.62 poise, and also specific gravity of alginat 1.085; 1.081; 1.078; 1.083; and 1.078 g/ml. The biodegradation result of LLDPE, HDPE, LLDPE plus Alginat and HDPE plus Alginat find the average of weight loss for three days are 9.03; 4.76; 0; and 16.86%, and for six days 0; 0.75; 9.45; and 6.08%. The biodegradable plastic with HDPE plus alginat is biodegraded faster because of having short chain of ramification.

Key words: brown algae, alginat, biodegradable

### PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan sebagai tempat untuk mengolah, menyimpan atau mengemas makanan. Dalam kehidupan masyarakat sehari-hari penggunaan plastik semakin meningkat. Plastik lebih banyak dipilih karena fleksibel (sesuai bentuk produk), transparan, tidak mudah pecah, bentuk laminasi (dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain), tidak korosif, harganya relatif lebih murah, praktis, dan

lebih tahan lama. Namun plastik juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak tahan panas dan dapat mencemari produk karena adanya migrasi komponen monomer yang berakibat buruk terhadap kesehatan. Penggunaan plastik yang tidak terkontrol dan secara terus menerus dapat menyebabkan adanya penimbunan limbah plastik yang berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Plastik yang digunakan merupakan

polimer sintetik berasal dari material *polietilen, polipropilen, polivinylklorida*, yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan (Nurhadi, 2003 melalui Handayani, 2003).

Plastik yang tidak terdegradasi menyebabkan kesuburan tanah berkurang, menghalangi mikroorganisme mendegradasi senyawa lain, dapat menyebabkan polusi air bawah tanah dan air permukaan sehingga dapat mengancam kehidupan biota laut. Pembakaran sampah plastik dapat menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya dan beracun yaitu dioksin yang berakibat pada perubahan hormon reproduksi hewan dan manusia serta dapat menyebabkan kanker.

Plastik dalam proses pembuatannya menggunakan minyak bumi yang ketersediaannya semakin berkurang dan sulit diperbaharui (*non-renewable*). Hal inilah yang mendorong adanya pengembangan teknologi bahan kemasan yang *biodegradable*. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* berasal dari senyawa seperti kolagen, selulosa, kasein, protein atau lipid.

Pemilihan pemanfaatan alginat dari alga coklat sebagai polimer alam untuk produksi plastik *biodegradable* merupakan salah satu upaya untuk mengurangi limbah plastik yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Selain itu alga coklat di Indonesia produksinya melimpah dan masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Untuk mendapatkan

alginat dari alga coklat juga relatif mudah, dan secara ekonomis tidak memerlukan peralatan yang canggih dan mahal (Anonim, 2003).

Pemanfaatan alginat dari alga coklat untuk produksi plastik *biodegradable* dapat meminimalkan pemakaian plastik sintetik yang dapat mencemari lingkungan, dan dapat memanfaatkan alginat dari alga coklat secara maksimal.

Alginat dari alga coklat mengandung suatu *polisacharida* terdiri dari *D-mannuronic acid* dan *L-guluronic acid* yang merupakan asam-asam karbosiklik. Asam ini merupakan ester yang termasuk polimer, sehingga dapat dikomposkan untuk memenuhi kriteria sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut. (1) Bagaimana proses pembuatan plastik *biodegradable* dari alginat? (2) Bagaimana kemudahan biodegradasi dari bahan plastik yang berasal dari alginat? (3) Bagaimana pengaruh lama biodegradasi terhadap kehilangan berat plastik yang berasal dari alginat? (4) Apakah terdapat perbedaan degradabilitas antara plastik LLDPE dengan HDPE? Dengan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mempelajari proses pembuatan plastik *biodegradable* yang berasal dari alginat, (2) mempelajari kemudahan biodegradasi dari bahan plastik yang berasal dari alginat, (3) mempelajari pengaruh lama biodegradasi terhadap kehilangan berat plastik yang berasal dari alginat, dan (4) membandingkan degradabilitas antara plastik LLDPE dengan HDPE.

## KAJIAN TEORI

### Alga Coklat (*Phaeophyceae*)

Rumput laut atau alga coklat banyak dihasilkan di Indonesia karena luasnya perairan di Indonesia. Jenis rumput laut yang ada di Indonesia jenisnya sangat banyak tetapi masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Kebanyakan rumput laut hanya diolah sebagai agar-agar, padahal dari rumput laut juga dapat dimanfaatkan dalam industri.

Untuk meningkatkan nilai tambah rumput laut, perlu adanya pengolahan rumput laut menjadi barang bernilai ekonomis tinggi, seperti dibuat untuk pewarna tekstil, pasta gigi, pelapis keramik, kertas ataupun bahan plastik. Hal sejalan dengan kandungan rumput laut yang banyak mengandung unsur-unsur mineral seperti iodium, seng, dan selenium.

Rumput laut diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu : *Chlorophyceae* (alga hijau), *Rhodophyceae* (alga merah), *Cyanophyceae* (alga biru) dan *Phaeophyceae* (alga coklat). Dari keempat kelas alga ini yang banyak digunakan dalam industri baru alga merah dan alga coklat.

Alga coklat merupakan ganggang yang talusnya tersebar di antara semua ganggang. Warna coklat pada alga disebabkan oleh adanya pigmen coklat (*fukosantin*), yang secara dominan menyelubungi warna hijau dari klorofil pada jaringan. Selain *fukosantin*, alga coklat juga mengandung pigmen lain seperti klorofil a, klorofil c, violaxantin, â-karoten, dan diadinoxantin. Pada produksi polimer alam untuk memperoleh plastik *biodegradable* dari alga coklat

maka bagian yang digunakan adalah alginatnya.

Alginat banyak terdapat pada alga coklat. Alginat diekstrak dari alga coklat (*Phaeophyceae*) misalnya *Sargassum*. Alginat diperoleh dalam bentuk asam. Asam alginat merupakan suatu *polisakarida yang* terdiri dari *D-mannuronic acid* dan *L-guluronic acid*, merupakan asam karboksilat (R-COOH) dengan perbandingan kedua asam karboksilatnya antara 0,3-2,35 (Sri Istini dkk, 2005).

Alginat biasanya dijumpai dalam bentuk garam dan ester seperti propilen glikol alginat. Asam alginat tidak larut dalam air baik dalam keadaan panas maupun dingin, mudah larut dalam basa dan membentuk gel dalam asam. Dalam bentuk garam kalsiumnya sangat sedikit larut dalam air, sedangkan garam natrium, kalium, ammonium dan ester propilennya larut dalam air panas dan air dingin.

Menurut penelitian Atun, dkk. (2000: 17) menunjukkan bahwa kadar asam alginat yang dapat diisolasi dari *Sargassum sp* yang tumbuh di Pantai Selatan Yogyakarta adalah  $(23.30 \pm 2.914)\%$ . Alginat dipakai sebagai bahan untuk produksi plastik *biodegradable* karena dalam alginat terdapat senyawa ester yang merupakan salah satu syarat untuk dapat dibuat plastik *biodegradable*.

Struktur dari alginat ditunjukkan pada Gambar 1. Ekstraksi alginat dari alga coklat dapat dilakukan melalui proses demineralisasi dan deproteinasi. Ekstraksi dilakukan dengan cara larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  12% selama 60-120 menit



Gambar 1. Struktur Alginat

## Biodegradabilitas

Plastik *biodegradable* yang berasal dari alginat alga coklat adalah plastik yang berbahan dasar biopolimer sehingga mudah terurai. Untuk itu perlu adanya uji *biodegradabilitas*. Beberapa faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme adalah sifat hidrofobik, bahan adiktif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan kemasan (*Griffin*). Kecepatan degradasi pada lingkungan limbah cair anaerob lebih besar daripada limbah cair aerob.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam uji biodegradasi adalah jenis sampel, sifat, jenis mikroorganisme (jamur, bakteri) kondisi lingkungan (inokulasi, kelembaban, suhu, nutrisi, pertumbuhan mikroorganisme, penurunan berat sel) dan sifat hidrofobik.

Pengujian sifat *biodegradabilitas* bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Untuk evaluasi biodegradabilitas meliputi uji penguburan dan skrining mikroorganisme yang berkemampuan menguraikan plastik biodegradable. Uji biodegradabilitas diperlukan untuk melihat sejauh mana kecepatan mikroorganisme dapat menguraikan plastik biodegradable ini sehingga aman terhadap lingkungan.

## Polietilen

Polietilen merupakan padatan putih yang tersedia dalam bentuk kubus, butiran, dan serbuk halus. Berdasarkan kerapatannya, polietilen terbagi atas polietilen kerapatan rendah LLDPE (*Low Linear Density Polyethylene*), dan polietilen kerapatan tinggi HDPE (*High Density Polyethylene*).

HDPE diperoleh melalui proses polimerisasi etilen yang dilakukan pada suhu rendah (50-70°C) dengan bantuan katalis, memiliki kerapatan tinggi (0,95-0,97 g/ml). Jarak antar rantai molekul cukup berdekatan, sehingga gaya tarik antar rantai molekul cukup besar, akibatnya HDPE memiliki struktur kristal yang stabil dan derajat kristalinitas di atas 90%. HDPE bersifat kaku, keras, memiliki titik leleh yang lebih tinggi (130°C), serta kuat tarik yang lebih besar dibanding polietilen jenis lain.

LLDPE merupakan jenis polietilen dengan cabang-cabang yang pendek dan seragam. Jenis polietilen ini memiliki sifat yang disebabkan oleh perbedaan derajat dan jenis percabangan dalam rantai polimer. LLDPE memiliki percabangan lebih sedikit tetapi lebih panjang dibanding LDPE.

## Karakterisasi dan Analisis Kuantitatif dalam Biodegradasi Polimer

Karakterisasi polietilen dapat dilakukan dengan teknik spektroskopi FTIR metode pellet KBr pada daerah 400-4000 cm<sup>-1</sup>. Teknik FTIR ini digunakan untuk melihat puncak serapan dari gugus fungsi yang ada dalam produk polimer.

Pada proses biodegradasi ini uji standar yang dapat dilakukan pada polimer antara lain adalah kehilangan berat, di samping perubahan kekuatan tarik, dan perubahan fisik lainnya (Schnabel, 1981: 974 via Dodi Vevanto). Berat polimer sebelum dan sesudah diinkubasi dalam mikroorganisme dengan waktu tertentu ditimbang. Persen kehilangan berat sesungguhnya dapat dihitung dengan memasukkan faktor koreksi berat yang diperoleh dari kontrol negatif ke dalam berat sampel awal sebelum proses biodegradasi. Untuk mengetahui berat sampel awal sesungguhnya sebelum mengalami proses biodegradasi, perlu disiapkan suatu kontrol negatif bagi polimer yang akan diinkubasi dalam mikroorganisme. Kontrol negatif adalah sampel polimer yang diinkubasi selama waktu tertentu tanpa adanya mikroorganisme. Berat sampel polimer sesungguhnya sebelum mengalami proses biodegradasi dihitung dengan rumus sebagai berikut (Eli R, 2004 : 35).

$$W_i = W_{is} - (W_{is} \times C)$$

Keterangan :

- $W_i$  = berat sampel sesungguhnya sebelum dibiodegradasi
- $W_{is}$  = berat sampel awal tanpa faktor koreksi berat
- $C$  = faktor koreksi berat, diperoleh dari kontrol negatif yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Keterangan :

- $W_{ic}$  = berat sampel sebelum diinkubasi (dalam kontrol negatif)
- $W_{fc}$  = berat sampel sesudah diinkubasi (dalam kontrol negatif)

Persen kehilangan berat sesungguhnya ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\%$$

Keterangan :

- $W_i$  = berat sampel sesungguhnya sebelum dibiodegradasi
- $W_f$  = berat sampel sesudah dibiodegradasi

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan subjek penelitian alginat hasil isolasi dari alga coklat (*Sargassum sp*). Objek yang diteliti adalah kemudahan biodegradasi polietilen (alginat + LLDPE dan alginat + HDPE). Variabel bebas adalah waktu inkubasi selama proses biodegradasi berlangsung, variabel terikat kehilangan berat, degradabilitas, dan gugus fungsi, dan variabel kontrol adalah suhu inkubasi. Alat yang digunakan antara lain: *rotary mill*/ blending polimer (*Labo Plastomik*), *hot press*, plat aluminium, FTIR 8300 Shimadzu, DTA, oven, *water bath*, neraca digital, *magnetic stirrer*, termometer, peralatan gelas, piknometer, *Ostwald*, stop watch, dan cawan petri. Bahan-bahan

**Pemanfaatan Alginat dari Alga Coklat (*Sargassum Sp*)  
untuk Produksi Plastik yang *Biodegradable***

yang diperlukan, antara lain: alga coklat (*Sargassum crassifolium*); pelet LLDPE; pelet HDPE; NaOH 0,5%; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 12%; HCl 0,5 dan 10%; serbuk Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; isopropil alkohol (IPA); etanol 70%; tanah yang mengandung bakteri untuk pengujian biodegradabilitas (diambil di TPA, Condongcatur, Sleman Yogyakarta); akuades; kertas saring, dan kantong plastik (*polibag*). Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA UNY dan Laboratorium Uji Polimer Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Bandung. Waktu penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai dengan bulan Juni tahun 2007. Adapun tahapan penelitian mencakup isolasi alginat dari alga coklat (penapisan alginat, ekstraksi alginat dari alga coklat, pembentukan gel asam alginat), karakterisasi alginat, pembuatan plastik, pengujian biodegradasi plastik, dan karakterisasi plastik.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Isolasi Alginat dari Alga coklat

Isolasi alginat dari alga coklat dilakukan dengan dua kali ekstraksi menggunakan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 12%. Hasil ekstraksi dan rendemen gel alginat yang diperoleh menggunakan larutan HCl 10% disajikan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Isolasi Alginat dari Alga Coklat.

Berat Alga Coklat (g)	Hasil Ekstraksi (L)	Rendemen Gel (%)
1000	5	10,88
500	3	13,75

Pada pembentukan gel asam alginat terjadi reaksi pengasaman terhadap

garam Natrium alginat, sebagai berikut:



Garam natrium alginat yang diperoleh dari hasil isolasi alga coklat ditambahkan dengan larutan asam klorida akan membentuk gel asam alginat yang berwarna coklat.

### 2. Karakterisasi Alginat

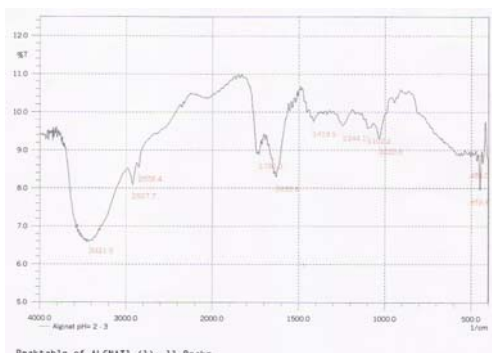
#### a. Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR

Spektrum FTIR alginat hasil isolasi dari alga coklat ditunjukkan pada Gambar 2. Spektra pada bilangan gelombang 3421,5 cm<sup>-1</sup> dengan puncak melebar mengindikasikan adanya gugus OH. Pada spektra 2927,7 dan 2856,4 cm<sup>-1</sup> mengindikasikan adanya C-H alifatik. Adanya gugus C=O ditunjukkan dengan munculnya puncak pada spektra 1730,0 cm<sup>-1</sup>. Dengan adanya spektra-spektra yang dihasilkan menunjukkan adanya gugus asam karboksilat (RCOOH).

#### b. Penentuan Massa Jenis dan Kekentalan (*viskositas*)

Massa jenis dari akuades, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 12%, dan larutan alginat 1; 0,75; 0,5; 0,25; dan 0,125% disajikan pada Tabel 2. Besarnya kadar air pada alga coklat juga dihitung dengan mengambil alga coklat basah kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Kadar air dari alga coklat tersebut sebesar 84,33% dengan rendemen sebesar 15,67%.





Gambar 2. Spektrum FTIR Alginat dari Hasil Isolasi Alga Coklat

Tabel 2 . Data Penentuan Massa Jenis dan Kekentalan Larutan Alginat

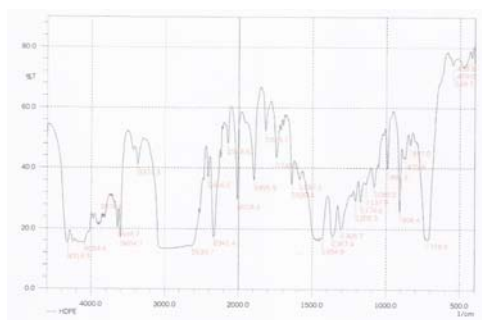
Nama zat	Massa jenis Zat (g/mL)	Waktu Laju Alir (sekon)	Harga Kekentalan (Poise)
Akuades	0,972	17,27	0,836
Larutan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%	1,082	28, 51	2,476
Larutan Alginat 1%	1,085	38,32	2,476
Larutan Alginat 0,75%	1,086	31, 70	2,049
Larutan Alginat 0,5%	1,078	29, 58	1, 889
Larutan Alginat 0,25%	1,083	26,59	1,715
Larutan Alginat 0,125%	1,079	25,28	1,624

### 3. Karakterisasi Plastik dan Hasil Biodegradasi

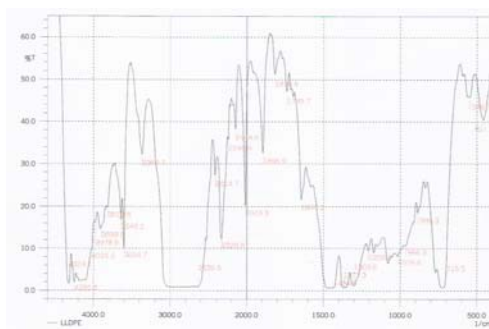
#### a. Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTI

Analisis dengan menggunakan FTIR pada plastik (HDPE) sebelum biodegradasi terdapat pada Gambar 3. Spektra pada daerah 1745,5 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C=O yang juga merupakan filler (pengisi). Spektra ini lebih tajam dibandingkan dengan spektra pada LLDPE. Semakin tajam spektra pada daerah 1700-an cm<sup>-1</sup> maka akan mudah

untuk terbiodegradasi. Daerah 719,4 -1434,9 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan C-H yang serapannya lebih lemah dibandingkan dengan spektra pada LLDPE, karena rantai pada HDPE lebih pendek dibandingkan dengan rantai pada LLDPE. Spektra pada daerah 260,7-3000 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan C- H yang serapannya tidak begitu tajam dan agak melebar. Spektra tersebut agak melebar karena ada ikatan C-H yang banyak dan puncaknya berdekatan.



Gambar 3. Spektrum FTIR HDPE Tanpa Perlakuan Sebelum Biodegradasi

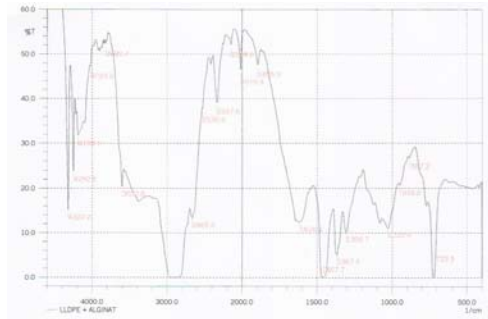


Gambar 4. Spektrum FTIR LLDPE Tanpa Perlakuan Sebelum Biodegradasi

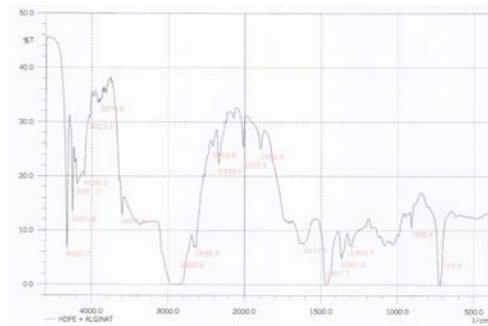
Pemanfaatan Alginat dari Alga Coklat (*Sargassum Sp*)  
untuk Produksi Plastik yang *Biodegradable*

Pada daerah  $1739,7\text{ cm}^{-1}$  terdapat serapan lemah yang menunjukkan adanya gugus C=O yang merupakan suatu filler (pengisi). Pada daerah spektra  $715,5\text{-}1434,9\text{ cm}^{-1}$  terdapat banyak spektra tajam, menunjukkan adanya ikatan C–H. Ikatan ini yang nantinya akan berikatan dengan C–O dari gugus asam karboksilat (RCOOH) dari alginat. Pada spektra  $2636,5\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$  terdapat serapan tajam dan melebar yang menunjukkan adanya ikatan C–H alifatik. Serapan agak melebar dikarenakan adanya spektra dari C–H yang banyak dan serapannya tajam.

Analisis dengan menggunakan FTIR pada plastik (LLDPE+Alginat) sebelum biodegradasi terdapat pada Gambar 5. Spektra pada daerah  $723,3\text{-}1467,7\text{ cm}^{-1}$  serapannya tidak begitu banyak dibandingkan dengan spektra pada LLDPE tanpa dikomposit alginat dan serapannya tajam. Jika dibandingkan dengan spektra LLDPE tanpa penambahan alginat, terdapat perbedaan dikarenakan ikatan C–H dari C–O asam karboksilat sudah berikatan dengan alginat. Pada daerah  $1700\text{ cm}^{-1}$  tidak terdapat serapan, hal ini dikarenakan filler dari plastik LLDPE sudah terisi oleh alginat. Pada daerah  $2665,4\text{--}3602,8\text{ cm}^{-1}$  terdapat serapan tajam dan agak melebar.



Gambar 5. Spektrum FTIR LLDPE+ Alginat Sebelum Biodegradasi



Gambar 6. Spektrum FTIR HDPE+ Alginat Sebelum Biodegradasi

Analisis dengan menggunakan FTIR pada plastik (HDPE+ Alginat) sebelum biodegradasi terdapat pada Gambar 6. Spektra pada daerah  $723,3\text{-}1467,7\text{ cm}^{-1}$  yang serapannya lebih lemah dibandingkan dengan spektra pada HDPE dicampur dengan alginat. Pada spektra di daerah  $2835,2\text{ cm}^{-1}$  serapannya lebih lemah dan agak melebar. Serapan pada HDPE dicampur dengan alginat lebih lemah dibandingkan serapan pada LLDPE dicampur dengan



alginat. Hal ini karena plastik HDPE yang dicampur dengan alginat HDPE lebih pendek dibandingkan daripada ikatan rantai LLDPE.

b. Hasil Biodegradasi Plastik

Pengujian biodegradasi plastik yang ditimbun dalam tanah dengan penimbangan selama kurun waktu kelipatan 3 hari, hasil degradasi dapat dilihat pada laju kehilangan berat plastik.

1) Berat kehilangan berat plastik sesudah biodegradasi

Kehilangan berat plastik sesudah biodegradasi (seperti dalam tabel 3) menunjukkan bahwa, plastik yang lebih cepat terdegradasi pada penimbangan 3 hari pertama adalah HDPE+Alginat yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya berat plastik. Pada penimbangan 6 hari, berat plastik yang terus berkurang adalah HDPE+Alginat. Plastik ini lebih cepat terdegradasi disebabkan karena HDPE yang memiliki rantai yang lebih lurus sedikit percabangan sehingga dimungkinkan untuk memutuskan rantai alkena akan lebih mudah. Penambahan alginat pada HDPE terjadi *blending* secara kimia, alkena pada HDPE akan mengikat gugus karboksilat pada alginat. Pada proses biodegradasi, rantai yang diputus adalah rantai yang mengikat gugus C=O. Oleh sebab itu HDPE+Alginat lebih mudah terdegradasi.

2) Persen laju kehilangan berat plastik

Persen laju kehilangan berat plastik (Tabel 4), menunjukkan bahwa pada 3 hari pertama HDPE+Alginat adalah plastik yang memiliki persen laju kehilangan berat plastik terbesar. Hal itu membuktikan bahwa HDPE+Alginat lebih cepat terdegradasi dibandingkan oleh keempat plastik lainnya.

Tabel 3. Data Kehilangan Berat Plastik Sesudah Biodegradasi

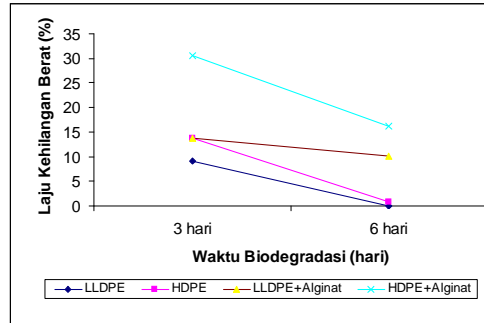
Sampel	Berat sebelum Biodegradasi (g)	Berat sesudah Biodegradasi (g)	
		Hari ke-3	Hari ke-6
LLDPE	0,103; 0,103; 0,071	0,092; 0,089; 0,069	0,092; 0,089; 0,069
HDPE	0,096; 0,080; 0,100	0,089; 0,080; 0,093	0,087; 0,080; 0,093
LLDPE+Alginat	0,025; 0,025; 0,023	0,025; 0,025; 0,023	0,022; 0,022; 0,022
HDPE+Alginat	0,042; 0,031; 0,023	0,028; 0,027; 0,022	0,026; 0,024; 0,022

Tabel 4. Data % Laju Kehilangan Berat Plastik

Laju kehilangan berat plastik suatu plastik tidak selalu sama, hal itu dipengaruhi oleh campuran alginat pada permukaan plastik dan adaptasi dari mikroorganismenya yang akan mendegradasi plastik tersebut. Pada Gambar 7. grafik % kehilangan berat plastik terhadap waktu biodegradasi, menunjukkan pada 3 hari pertama

sampai dengan 6 hari, plastik HDPE+Alginat mengalami penurunan berat plastik yang cenderung tajam. LLDPE+Alginat relatif mendatar, hal ini menunjukkan bahwa plastik LLDPE+Alginat lebih lama untuk terdegradasi dibandingkan dengan plastik HDPE+Alginat.

Polietylen (HDPE dan LLDPE) murni pada proses degradasi 3 hari pertama sampai dengan 6 hari kedua cenderung cepat mengalami penurunan berat plastik dan terhentinya proses degradasi. Berbeda dengan polietilen (LLDPE dan HDPE) yang dicampurkan dengan alginat selama 6 hari proses degradasi, plastik masih mengalami penurunan berat secara bertahap, dimulai dengan adanya pemutusan ikatan rangkap pada etilen ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) dengan gugus  $\text{C}=\text{O}$  pada alginat. Melalui pemutusan ikatan tersebut dimungkinkan akan menurunkan berat molekul plastik tersebut. Berbeda dengan HDPE dan LLDPE tanpa campuran alginat, kedua plastik tersebut hanya sesaat mengalami degradasi. Kemungkinan hanya ikatan rangkap pada etilen yang terputus, dengan semakin lamanya proses degradasi plastik dengan campuran alginat akan lebih sempurna mengalami degradasi sampai titik di mana proses degradasi terhenti dengan adanya penurunan berat molekul.



Gambar 7. % Kehilangan Berat Plastik Terhadap Waktu Biodegradasi

### c. Persen Degradabilitas

Degradabilitas merupakan kemampuan suatu senyawa terdegradasi, dalam penelitian ini % degradabilitas (seperti dalam tabel 5) merupakan suatu bukti akan kemampuan plastik terdegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah. Seperti data-data lainnya yang telah dibahas, bahwa plastik HDPE+Alginat memiliki kemampuan terdegradasi lebih cepat dibanding dengan keempat plastik dalam penelitian ini. Plastik HDPE dengan penambahan alginat (1:1 b/b) ternyata memiliki kemampuan degradasi lebih cepat dibandingkan dengan plastik LLDPE+Alginat (1:1 b/b). Hal itu disebabkan oleh perbedaan panjang rantai dan percabangan rantai. Rantai yang memiliki bentuk linear dan jumlah cabang yang lebih sedikit akan mudah terdegradasi dibanding dengan bentuk rantai yang memiliki banyak cabang.

Tabel 5. Data % Degradabilitas

1. Analisis untuk mengetahui karakteristik produk plastik *biodegradable* masih sangat kurang, oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang karakterisasi polimer dari alginat.
2. Pengujian biodegradabilitas sebaiknya dilakukan perbandingan biodegradasi alginat dengan polimer alam lainnya.
3. Agar lebih meyakinkan terjadinya degradasi plastik, perlu dilakukan penentuan massa molekul dari plastik yang telah didegradasi.
4. Sebaiknya dilakukan penelitian tentang *blending* alginat dengan polimer sintetik lainnya.
5. Sebaiknya dilakukan aplikasi mengenai polimer pada hasil penelitian ini di dalam dunia industri, sehingga dapat mengupayakan berkurangnya limbah plastik di Indonesia.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Proses pembuatan plastik *biodegradable* dari alginat dapat dilakukan melalui teknik *blending* pelet polietilen dan alginat dengan perbandingan campuran 1:1 b/b.
2. Pencampuran alginat dalam polietilen akan memberikan kemudahan plastik untuk biodegradasi dibandingkan polietilen tanpa campuran alginat.
3. Hasil biodegradasi dari LLDPE, HDPE, LLDPE+Alginat dan HDPE+Alginat diperoleh harga rata-rata persen kehilangan berat selama 3 hari masing-masing sebesar 9,03; 4,76; 0; dan 16,86%, serta selama 6 hari masing-masing sebesar 0; 0,75; 9,45; dan 6,08%
4. Plastik *biodegradable* dengan HDPE+Alginat lebih cepat terbiodegradasi, karena memiliki rantai percabangan yang pendek.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, diajukan beberapa saran sebagai berikut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Menggal Biopolimer Kelautan Indonesia*. Serial online 2003 April 17 . Available from URL: <http://www.pikiran-rakyat.com/cakrawala/utama1.htm>. Accessed Maret 10, 2006.
- Atun, Sri dan Susila Kristianingrum. 2000. "Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Kation Bivalen Terhadap Sifat Fisika Gel Asam Alginat dari Alga Coklat (*Phaeophyceae*)". *Jurnal IPTEK dan Humaniora*, Nomor I. 15-34.
- Handayani, Sarah. *Jangan Salah Pakai dan Pilih Plastik*. Available from: URL: <http://www.chem-is-try.org>. Accessed April 14, 2006.

Sar
LL
HI
LLDPE
HDPE

- Istini, Sri, A. Zalnika, dan Suhaimi.  
*Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut*. Serial online 29 Maret 2005.  
Available from: URL: <http://www.fao.org/docrep/field.htm>.  
Accessed Februari 5, 2006.
- Rohaeti, Eli, dkk. 2004. "Pengaruh Amilosa dari Pati Tapioka Pada Sintesis Poliuretan yang Dapat Dibiodegradasi". *Disertasi FMIPA ITB, Bandung*.
- Vevanto, Dodi. 2005. "Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis dari Asam Lemak Minyak Sawit Kasar dengan Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat (MIDI)". *Yogyakarta Skripsi FMIPA UNY*.