

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK  
ALGINAT DARI RUMPUT LAUT SARGASSUM Sp.**

**SKRIPSI**

Oleh :

**AGESTA DWI WIDYANUGRAHA**

**125090300111014**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**





**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK  
ALGINAT DARI RUMPUT LAUT SARGASSUM Sp.**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
dalam bidang fisika

Oleh :

**AGESTA DWI WIDYANUGRAHA**

**125090300111014**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK  
ALGINAT DARI RUMPUT LAUT SARGASSUM Sp.**

Oleh:

**AGESTA DWI WIDYANUGRAHA**

**125090300111014**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal ..... dan dinyatakan memenuhi  
syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang  
fisika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si**  
**NIP. 19560617 198602 2 001**

**Dra. Siti Jazimah Iswarin, M.Si., Apt**  
**NIP. 19519728 198403 2 001**

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Fisika**  
**FMIPA Universitas Brawijaya**

**Sukir Maryanto, Ph.D**  
**NIP. 19710621 199802 1001**



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agesta Dwi Widyanugraha

NIM : 125090300111014

Jurusan : Fisika

Penulis Skripsi berjudul :

Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Alginat dari Rumpuk Laut Sargassum Sp.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 23 Agustus 2016

Yang menyatakan,

Agesta Dwi Widyanugraha

NIM. 125090300111014



## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK ALGINAT DARI RUMPUT LAUT *SARGASSUM Sp.*

### ABSTRAK

Bioplastik merupakan plastik alami yang tidak mencemari lingkungan, sehingga sesuai untuk digunakan sebagai pengganti plastik sintetis. Bahan utama bioplastik terbuat dari salah satu bahan polimer alam yaitu alginat yang berasal dari *Sargassum sp.* Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh jenis dan konsentrasi pemlastis terhadap bioplastik alginat dan faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradasi. Pemlastis yang digunakan adalah sorbitol dan gliserol. Pembuatan bioplastik dilakukan dalam tiga tahap yaitu preparasi rumput laut basah, ekstraksi alginat dan pembuatan bioplastik. Pencampuran alginat dengan pemlastis, konsentrasinya divariasi sebagai berikut, 0,50%; 0,75%; 1,00%; dan 1,25% dari seluruh persentase volume total bioplastik. Karakterisasi bioplastik dilakukan dengan uji kuat tarik, persen pemanjangan, Modulus Young, uji ketahanan udara dan uji biodegradabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik dengan pemlastis sorbitol memiliki karakterisasi yang lebih baik dibanding pemlastis gliserol. Bioplastik alginat terbaik diperoleh dengan menggunakan pemlastis sorbitol konsentrasi 0,75% yang mempunyai nilai kuat tarik ( $2,19 \pm 0,57$ ) MPa, persen pemanjangan ( $17,81 \pm 2,89$ ), Modulus Young ( $17,17 \pm 6,65$ ) MPa, dan tahan terhadap lingkungan selama 2 bulan serta mengalami degradasi pada hari ke-4. Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradasi adalah jenis dan konsentrasi pemlastis.

**Kata kunci :** *Sargassum sp.*, *alginate*, *bioplastic*, *gliserol* dan *sorbitol*



# MANUFACTURE AND CHARACTERIZATION OF BIOPLASTICS ALGINATE SARGASSUM SEAWEED Sp.

## ABSTRACT

Bioplastic is a natural plastic that does not pollute the environment, so it is suitable to use as a replacement of synthetic plastic. The main ingredient of bioplastics were made from one of the natural polymers, known as alginate which was derived from sargassum sp. This research studied about the effect of type and concentration of plasticizers toward alginate bioplastics and the factors that influenced the biodegradation. Plasticizers used were sorbitol and glycerol. There were three stages in manufacturing bioplastics, namely preparation of wet seaweed, alginate extraction and blending. Mixing alginate with a plasticizer, the concentration is varied as follows, 0.5%; 0.75%; 1%; and 1.25% of the total volume. The characterization of bioplastics could be known by the tensile test, percent of elongation, Young's modulus, the resistance of air test and biodegradability test. Results of the research showed that the bioplastics with plasticizer of sorbitol had a better characterization than bioplastic from glycerol. The best bioplastics alginate was obtained by using sorbitol with concentrations 0,75% which had a value of tensile strength ( $2,19 \pm 0,569$ ) MPa, percent elongation ( $17,81 \pm 2,89$ ) %, Young's modulus ( $17,17 \pm 6,65$ ) MPa, resistant to the environment for 2 months and degraded on the 4th day. Type and concentration of plasticizers were factors that influence the biodegradation.

**Keywords:** *Sargassum sp.*, *alginate*, *bioplastics*, *glycerol* and *sorbitol*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan serangkaian kegiatan penelitian dan laporan hasil tugas akhir dengan judul **“Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Alginat dari Rumput Laut Sargasum Sp.”**. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan laporan kuliah kerja lapang ini, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Marjono, M.Phil, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.
2. Bapak Sukir Maryanto, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya
3. Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si dan Ibu Dra. Siti Jazimah Iswarin, M.Si., Apt selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis
4. Bapak Bambang Admadi H. dan Ibu Yulina Admiastuti selaku orang tua penulis yang selalu memberikan bantuan baik secara moral maupun materi.
5. Firstanova Muhammadin W. selaku saudara kandung penulis yang juga memberikan banyak bantuan secara moral.
6. Seluruh dosen dan pegawai Universitas Brawijaya yang membantu dan mendidik penulis.
7. Ida, Laka, Anwar, Mas Aul, Islah dan teman-teman PhyRoC lainnya yang selalu memberi dukungan, bantuan dan saran kepada penulis.
8. Ayu, Indatun, Dian, Taruna, Muaffi dan seluruh angkatan fisika 2012 yang selalu memberikan support dan semangat dalam terselesaikannya laporan hasil tugas akhir ini, serta
9. Seluruh elemen yang telah membantu penulis baik secara moral maupun materi.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menjadikan laporan



ini menjadi lebih baik, penulis berharap supaya laporan ini dapat berguna dengan baik dan dapat dipakai sebagaimana mestinya.

Malang, 23 Agustus 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Polimer.....	5
2.1.1. Berdasarkan Sumber atau Asalnya.....	5
2.2 Sargassum sp.....	6
2.3 Alginat.....	6
2.4 Gliserol.....	7
2.5 Sorbitol.....	8
2.6 Bioplastik.....	9
2.7 Asam Asetat ( <b>CH<sub>3</sub>COOH</b> ).....	10



2.8	Polietilena (PE).....	10
2.9	Uji Biodegradable.....	11
2.10	Uji Tarik.....	11
	<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2	Alat dan Bahan.....	13
3.3	Metode Penelitian.....	13
3.3.1	Preparasi Rumput Laut Basah.....	13
3.3.2	Ekstraksi Alginat.....	14
3.3.3	Pembuatan Bioplastik.....	15
3.3.4	Uji Tarik.....	16
3.3.5	Uji Ketahanan Udara.....	17
3.3.6	Uji Biodegradabilitas.....	18
3.4	Diagram Alir.....	19
	<b>BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1	Hasil dan Pembahasan.....	21
4.2	Sifat Mekanik Bioplastik.....	21
4.3	Kuat Tarik.....	22
4.4	Persen Pemanjangan.....	23
4.5	Modulus Young.....	26
4.6	Uji Ketahanan Udara (Lingkungan).....	28
4.7	Uji Biodegradabilitas.....	28
	<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>31</b>
4.1	Kesimpulan.....	31
4.2	Saran.....	31
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>33</b>
	<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur Poliguluronat dan Polimanuronat dari Alginat6	
Gambar 2. 2 Struktur Gliserol .....	8
Gambar 2. 3 Struktur Sorbitol .....	9
Gambar 3. 1. Bubur rumput laut.....	15
Gambar 3. 2. Bentuk dan ukuran sampel untuk uji tarik.....	16
Gambar 3. 3. Daerah titik pengukuran ketebalan .....	16
Gambar 3. 4. Bentuk dan ukuran sampel untuk uji ketahanan udara	17
Gambar 3. 5. Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	19
Gambar 4. 1. Bioplastik alginat dari Sargassum sp. ....	21
Gambar 4. 2. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan kuat tarik bioplastik.....	23
Gambar 4. 3. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan persen pemanjangan.....	25
Gambar 4. 4. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan Modulus Young .....	27
Gambar 4. 5. Sampel hasil uji ketahanan lingkungan hingga hari ke-60 .....	28
Gambar 4. 6. Sampel hasil uji biodegradabilitas .....	30



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Tabel kuat Tarik, elongasi, modulus young .....	10
Tabel 3. 1. Takaran campuran cairan alginat dan pemlastis (A) gliserol (B) sorbitol.....	16
Tabel 4. 1. Nilai kuat tarik bioplastik alginat dibanding plastik polietilena .....	23
Tabel 4. 2 Nilai persen pemanjangan bioplastik alginat dibanding plastic polietilena.....	25
Tabel 4. 3 Nilai Modulus Young (elastisitas) bioplastik alginat .....	27
Tabel 4. 4 Massa Bioplastik pada uji biodegradasi .....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Bahan.....	40
Lampiran 2 Data Uji Tarik Gliserol.....	43
Lampiran 3 Data Uji Tarik Sorbitol.....	44
Lampiran 4 Data Pengamatan Uji Ketahanan Udara.....	45
Lampiran 5 Dokumentasi uji biodegradable.....	48
Lampiran 6 Pengolahan Data Persen Pemanjangan.....	49
Lampiran 7 Pengolahan Data Kuat Tarik.....	50
Lampiran 8 Pengolahan Data Modulus Young.....	51



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Plastik merupakan salah satu bahan yang telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang kehidupan seperti bahan kemasan dan peralatan lainnya. Menurut Darni *et al.*, (2008), kebutuhan plastik dari waktu ke waktu semakin meningkat dengan rata-rata peningkatan 2 juta ton per tahun sejak tahun 2002. Penggunaan plastik yang begitu luas ternyata memberikan dampak pencemaran lingkungan. Pencemaran ini diakibatkan semakin menumpuknya sampah plastik, karena sifatnya yang tidak mudah hancur baik oleh cuaca, hujan, sinar matahari maupun mikroba yang hidup di tanah.

Guna mengatasi masalah tersebut, maka perlu dikembangkan bioplastik atau *biodegradable plastic* yaitu plastik yang dibuat dari bahan alam yang dapat diperbarui dan mudah diurai oleh mikroba menjadi senyawa sederhana sehingga ramah lingkungan. Pengembangan bioplastik yang menggunakan bahan alam yang terbaharui (*renewable resources*) sangat diharapkan untuk mengatasi pencemaran lingkungan. Menurut Averous (2004), bahan alam yang dapat digunakan untuk membuat bioplastik di antaranya senyawa-senyawa polimer yang terdapat pada tanaman seperti pati, selulosa, lignin dan alginat serta pada hewan seperti kasein, kitin, kitosan dan sebagainya.

Alginat merupakan suatu polisakarida hasil ekstraksi rumput laut seperti *Sargassum sp.* dan *Turbinaria sp.* yang banyak sekali ditemukan di perairan Indonesia. Alginat mempunyai kemampuan berinteraksi dengan beberapa bahan seperti *locust bean gum*, selulosa, bovin serum albumin dan menghasilkan karakteristik rheology yang berbeda (Eroglu *et al.*, 2006; Miura *et al.*, 1999; Naidu *et al.*, 2005, Taylor *et al.*, 2005). Meskipun *Sargassum sp.* yang mengandung alginat cukup melimpah, sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat kurang, bahkan di beberapa daerah tidak dimanfaatkan sama sekali. Kurangnya pemanfaatan ini berkaitan dengan rendahnya harga jual produksi yang tak sebanding terhadap biaya produksi. Rumput laut penghasil alginat ini memiliki habitat di perairan berbatu atau

berkarang dan ditemukan di beberapa daerah sepanjang pantai selatan pulau Jawa dan Sumatra. Potensi dari rumput laut ini belum didata dengan baik, tetapi beberapa penulis menyatakan cukup besar karena rumput laut ini mudah sekali ditemukan di perairan Indonesia (Basmal *et al.*, 2002; Sujatmiko, 1994).

Beberapa penelitian telah dilakukan seperti, karakteristik fisik dan mekanik bioplastik (Studi Konsentrasi Tapioka dan Perbandingan Campuran Pemlastis) oleh Harsojuwono dan Arnata (2015), sifat mekanik dan morfologi plastik biodegradable dari limbah tepung nasi aking dan tepung tapioka menggunakan gliserol sebagai *plasticizer* oleh Kumoro dan Purbasari (2014), dan pengaruh penambahan *plasticizer* sorbitol untuk pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong oleh Nurseha (2012). Penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan bahwa sifat mekanik dari pati bioplastik masih belum dapat mendekati sifat mekanik dari plastik konvensional. Oleh sebab itu, peneliti termotivasi melakukan penelitian bioplastik dengan bahan dasar yang berbeda yaitu, alginat dari rumput laut *Sargassum sp.* dengan harapan diperoleh bioplastik yang mempunyai karakteristik yang lebih baik.

## 1.2

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Bagaimana pengaruh jenis bahan pemlastis terhadap karakteristik bioplastik alginat?
- 2) Bagaimana pengaruh konsentrasi bahan pemlastis terhadap karakteristik bioplastik alginat?
- 3) Apakah faktor yang mempengaruhi degradasi dari bioplastik alginat?

### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui dan mempelajari pengaruh jenis bahan pemlastis terhadap karakteristik bioplastik alginat.
- 2) Mengetahui dan mempelajari pengaruh konsentrasi bahan pemlastis terhadap karakteristik bioplastik alginat.
- 3) Mengetahui dan mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya degradasi bioplastik alginat



#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian antara lain:

- 1) Bahan baku pembuatan bioplastik menggunakan pemlastis gliserol dan sorbitol.
- 2) Variasi konsentrasi pemlastis adalah 0,50%; 0,75%; 1,00%; dan 1,25% dari volume total bioplastik.
- 3) Pengeringan dilakukan pada suhu 70° C selama 6 jam.
- 4) Uji mekanik pada sampel antara lain uji tarik dan persen pemanjangan pada suhu ruang.
- 5) Uji ketahanan udara di uji dalam ruang dengan suhu (27,00±0,50)°C.
- 6) Uji biodegradabilitas dilakukan dengan metode penguburan di tanah humus.

#### 1.5 Manfaat

Pengembangan ilmu pengetahuan bioplastik sebagai alternatif kemasan yang ramah lingkungan dan pengoptimalan pemanfaatan alginat dari *sargassum sp.*





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Polimer

Polimer merupakan rangkaian molekul panjang (makromolekul) yang tersusun dari pengulangan kesatuan molekul yang kecil dan sederhana. Polimer didefinisikan sebagai substansi yang terdiri dari molekul-molekul yang saling membentuk rangkaian satu atau lebih dari satu unit monomer. Monomer merupakan molekul kecil dan sederhana penyusun polimer berupa atom karbon yang berikatan secara kovalen dengan atom lainnya. Polimer dengan monomer yang sama disebut homopolimer, tetapi polimer dengan monomer yang berbeda satu ataupun lebih disebut kopolimer (Odiان, 2004).

#### 2.1.1. Berdasarkan Sumber atau Asalnya.

Berdasarkan sumber atau asalnya, polimer dibagi menjadi tiga jenis yaitu polimer alam, polimer semi sintesis, dan polimer sintesis (buatan). Sperling (1986) menguraikan seperti di bawah ini.

#### 1) Polimer Alam

Polimer alam merupakan polimer yang terdapat di alam, yaitu terdapat pada hewan dan tumbuhan, biasanya polimer alam ini terbentuk melalui proses polimerisasi kondensasi. Contohnya protein, selulosa, dan karet.

#### 2) Polimer Semi sintesis

Polimer Semi Sintesis merupakan turunan dari polimer alam. Contohnya selulosa asetat adalah turunan selulosa yang terbentuk dari asetilasi selulosa dan digunakan untuk membuat kaca dan film.

#### 3) Polimer Sintesis (Buatan)

Polimer Sintesis (Buatan) merupakan polimer yang dibuat oleh manusia di dalam laboratorium dan sering ditemukan pada kehidupan sehari-hari, biasanya polimer sintesis (buatan) ini terbentuk oleh proses polimerisasi adisi. Contohnya serat, plastik (buatan), dan karet buatan.



## 2.2 Sargassum sp

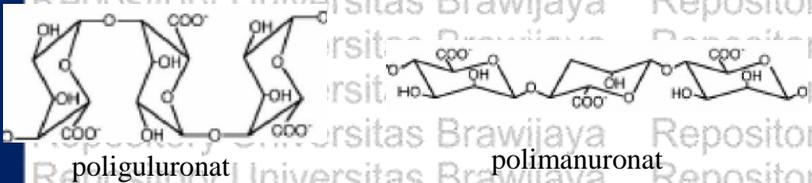
*Sargassum sp.* adalah rumput laut yang tergolong divisi Phaeophyta. Spesies ini dapat tumbuh sampai panjang 12 meter. Tubuhnya berwarna coklat, kuning kehijauan, dengan struktur tubuh terbagi atas sebuah *holdfast* yang berfungsi sebagai struktur basal, sebuah *stipe* atau batang semu, dan sebuah *frond* yang berbentuk seperti daun. Warna coklat pada algae divisi Phaeophyta muncul akibat dominansi dari pigmen fucoxanthin, klorofil a dan c, beta-karoten, dan xantofil lainnya. Karbohidrat yang disimpan sebagian besar tersedia dalam bentuk laminaran (polisakarida glukosa), disertai dengan pati dalam jumlah tertentu tergantung spesiesnya. Dinding selnya terbuat dari selulosa dan asam alginat (Guiry, 2007).

Menurut Tjitrosoepomo (2011), sistematika *Sargassum sp.* adalah sebagai berikut:

Dunia (Regnum)	:	Plantae
Tumbuhan (Divisio)	:	Thallophyta
Kelas (Classis)	:	Phaeophyceae
Bangsa (Ordo)	:	Fucales
Suku (Familia)	:	Sargassaceae
Marga (Genus)	:	<i>Sargassum</i>
Jenis (Species)	:	<i>Sargassum sp.</i>

## 2.3 Alginat

Secara kimia, alginat merupakan polisakarida yang tersusun oleh dua jenis asam uronat. Unit monomer alginat terdiri dari asam guluronat (G) dan manuronat (M) yang tersusun dalam tiga jenis pengelompokan yaitu kelompok yang terdiri dari residu manuronat dan guluronat yang berselang seling (MGMG-MGM.....), kelompok asam guluronat (GGGGG...) dan kelompok asam manuronat (MMM-MMM.....).



poliguluronat

polimanuronat

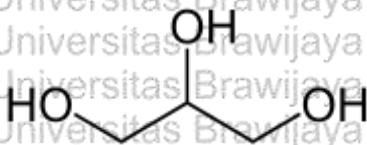
Gambar 2. 1. Struktur Poliguluronat dan Polimanuronat dari Alginat (Gacesa, 1988; Wang *et al.*, 2006)

## 2.4 Gliserol

Gliserol merupakan salah satu pemlastis atau *plasticizer* yang mengandung molekul hidrofilik yang relative kecil dan mudah disisipkan di antara rantai polimer bahan dasar. Kondisi tersebut menyebabkan modifikasi struktural molekul-molekulnya. Molekul gliserol akan mengganggu kekompakan polimer-polimer bahan dasar dengan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer sehingga memperbaiki fleksibilitas dan extensibilitasnya. Kondisi ini akan menyebabkan perubahan pada sifat mekanik, yang dapat diamati melalui uji kekuatan tarik dan elastisitasnya. Pada bioplastik, gliserol memperlemah gaya ikatan antar monomer (rantai polimer) sehingga *thin film* yang dihasilkan lebih lentur atau fleksibel namun semakin besar kandungan gliserol yang larut dalam larutan maka terjadi pengerutan pada saat sampel kering. Gliserol mempunyai kemampuan untuk mengikat kelembaban udara sehingga plastik akan lebih mudah terdegradasi (Khoramnejadian, 2011).

Gliserol merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada lemak hewani maupun lemak nabati sebagai ester gliseril pada asam palmiat dan oleat. Gliserol adalah senyawa yang netral, dengan rasa manis tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan titik didih yang tinggi yaitu 290°C. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya, banyak zat dapat larut lebih mudah dalam gliserol, tetapi tidak dalam air maupun alkohol (Yusmarlela, 2009). Gliserol adalah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus - OH. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau, dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro and Rossi, 2008).

Secara umum, senyawa poliol (polihidroksi termasuk gliserol) dari berbagai sumber, banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri. Salah satu contoh pemanfaatan gliserol dalam industri polimer yaitu sebagai pemlastis maupun pemantap. Senyawa poliol khususnya gliserol yang terbuat dari minyak nabati dan industri oleokimia bersifat dapat diperbaharui, sumber mudah diperoleh dan juga akrab dengan lingkungan karena mudah terdegradasi di alam (Yusmarlela, 2009).



Gambar 2. 2 Struktur Gliserol

## 2.5 Sorbitol

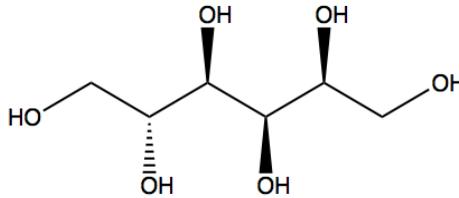
Sorbitol adalah senyawa monosakarida *polyhidric alcohol*. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$ . Struktur molekulnya mirip dengan struktur molekul glukosa hanya yang berbeda gugus aldehid pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol. Sorbitol pertama kali ditemukan dari juice Ash berry (*Sorbus aucuparia* L) di tahun 1872. Setelah itu, sorbitol banyak ditemukan pada buah-buahan seperti apel, plums, pears, cherries, kurma, peaches, dan apricots. Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau dan berasa manis, sorbitol larut dalam air, gliserol, *propylene glycol*, serta sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat, phenol dan acetamida. Sorbitol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri barang konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, kosmetik, farmasi, vitamin C, dan termasuk industri tekstil dan kulit (Chelzea, 2011).

Sorbitol yang dikenal juga sebagai glusitol, adalah suatu gula alkohol yang dimetabolisme lambat di dalam tubuh. Nama sorbitol diturunkan dari nama ilmuwan dari pegunungan Ash, *Sorbus Aucuparia* L. Buah Rosaceae yang kaya akan kandungan sorbitol, antara lain : plums 1.7 - 4.5 % berat, pear 1.2 – 2.8 % berat kering, peaches 0.5 – 1.3 % berat dan apel 0.2 – 1 % berat. Di dalam buah dan daun-daun, sorbitol dibentuk sebagai bahan kimia intermediet di dalam sintesa pati, selulosa, sorbitol, atau vitamin C. Di dalam hewan, sorbitol dapat diketahui sebagai intermediet dalam absorpsi glukosa (<https://en.wikipedia.org/wiki/Sorbitol>).

Sorbitol merupakan pemlastis yang efektif karena memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik (Sulaiman, 1996). Sifat fisik sorbitol antara lain *specific gravity* 1.472 ( $-5^{\circ}C$ ), titik lebur  $93^{\circ}C$  (*Metastable form*)  $97.5^{\circ}C$  (*Stable form*), titik didih  $296^{\circ}C$ ,



kelarutan dalam air 235 gr/100 gr H<sub>2</sub>O, panas pelarutan dalam air 20.2 KJ/mol dan panas pembakaran -3025.5 KJ/mol. Sementara itu sifat kimianya sebagai berikut berbentuk kristal pada suhu kamar, berwarna putih tidak berbau dan berasa manis, larut dalam air, gliserol dan propilen glikol, sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan phenol serta tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik.



Gambar 2. 3 Struktur Sorbitol

## 2.6 Bioplastik

Bioplastik merupakan senyawa biopolimer yang dapat mengalami penguraian secara alamiah dengan bantuan bakteri, jamur, dan alga, atau mengalami hidrolisis dalam larutan berair. Bioplastik terdiri dari plastic *bio-based* (plastik yang disintesis dari biomassa atau sumber daya terbarukan) (Tokiwa *et al.*, 2009).

*Biodegradable* berasal dari kata *bio* dan *degradable*. *Bio* berarti hidup, dan *degradable* berarti dapat diuraikan. Plastik *biodegradable* adalah bahan yang mampu mengalami dekomposisi menjadi karbon dioksida, metana, senyawa anorganik atau biomassa yang mekanismenya didominasi oleh aksi enzimatis dari mikroorganisme yang bisa diukur dengan pengujian standar, dalam waktu spesifik, mencerminkan kondisi penggunaan yang tersedia. Plastik *biodegradable* memiliki sifat fleksible, dapat dicetak, tidak berbau, mampu menghambat keluar masuknya gas dan uap air, transparan dan tidak mengandung racun ketika dibakar maupun tidak menjadi sampah karena bersifat ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang

berbahaya karena struktur molekul yang terdegradasi atau hancur akan diuraikan oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan sisa yang beracun (Huda dan Firdaus, 2007).

**2.7 Asam Asetat ( $CH_3COOH$ )**

Nama asam asetat berasal dari kata Latin asetum, “vinegar”. Asam asetat atau asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang merupakan asam karboksilat yang paling penting di perdagangan, industri, dan laboratorium dan dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Bentuk murni dari asam asetat ialah asam asetat glacial. Asam asetat glacial mempunyai ciri-ciri tidak berwarna, mudah terbakar (titik beku  $17^{\circ}C$  dan titik didih  $118^{\circ}C$ ) dengan bau pedas menggigit, dapat bercampur dengan air dan banyak pelarut organik. Dalam bentuk cair atau uap, asam asetat glacial sangat korosif terhadap kulit dan jaringan lain (Fessenden, 1997). Asam asetat merupakan asam lemah yang terionisasi sebagian dalam air, walaupun demikian, keasaman asam asetat tetap lebih tinggi dibanding dengan keasaman air (Kohar *et al*, 2004: 86).

**2.8 Polietilena (PE)**

Sejak tahun 1930 polietilena sering digunakan untuk kepentingan komersial seperti kantong kresek, botol sampo, mainan anak-anak dan jaket anti peluru. Polietilena merupakan polimer yang sangat kristal. Pada dasarnya sebuah molekul polietilen tidak lain hanya sebuah rantai karbon panjang dengan dua atom hidrogen yang mengikat setiap atom karbon. Polietilena sendiri bersifat hidrofobik dan resisten terhadap zat kimia. (Yuniari, A., 2011)

Tabel 2. 1 Tabel kuat Tarik, elongasi, modulus young (<http://www.matweb.com/search/DataSheet>)

	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	Modulus Young (GPa)
polietilena	15	500	0,8

## 2.9 Uji Biodegradable

Pengujian sifat biodegradable bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Metode uji standar dan protokol diperlakukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi degradabilitas dan biodegradasi polimer, dan konfirmasi dengan alam dari *breakdown* produk (Griffin, 1994).

Berikut adalah jenis dan teknis pengujian biodegradasi yang sudah pernah dilakukan, yaitu:

- a. Subowo dan Pujiastuti (2003) menggunakan metode soil burial test untuk menguji biodegradabilitas dari film plastik yang terbuat dari pati jagung. Metode yang digunakan dengan cara menanam sampel pada pot berisi tanah yang telah ditambahkan mikroorganisme, kemudian menganalisis persentase penyusutan bobot film plastik tersebut.
- b. Menurut Harnist dan Darni (2011), sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dengan asumsi komposisi tanah sama kemudian melakukan analisis fisik dari film plastik tersebut.

## 2.10 Uji Tarik

Sebuah material memiliki bermacam-macam sifat mekanik seperti kuat tarik, kekerasan, persen pemanjangan, kekuatan, ketahanan, kerapuhan dan sebagainya. Terdapat 3 macam gaya yang umumnya diujikan pada suatu material, yaitu gaya tarik, gaya tekan, dan gaya geser

Uji tarik merupakan suatu metode dimana benda (material) mengalami gaya tarik secara kontinyu searah sumbu sampel hingga akhirnya terjadi patahan. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui reaksi benda terhadap gaya tarik. Pada umumnya yang menjadi fokus pengujian adalah kemampuan maksimum bahan dalam menerima gaya tarik, atau disebut juga *ultimate tensile strength* (tegangan tarik maksimum). Kuat tarik dapat diketahui melalui beban maksimum ( $F_{max}$ ) yang diperoleh ketika luas penampang ( $A$ ) material mengalami patahan selama proses pemberian gaya yang dijabarkan pada persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A} \quad (2.3)$$



Keterangan:

$\sigma$  = kuat tarik ( $N/m^2$ )

$F_{max}$  = gaya maksimum yang diterima (N)

$A$  = luas penampang ( $m^2$ )

Selain itu, selama pengujian uji tarik ini, persen pemanjangan (elongasi) dan Modulus Young juga dapat diketahui dengan persamaan masing-masing sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = elongasi (%)

$\Delta L$  = ( $L - L_0$ ) pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = panjang mula-mula (mm)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$E$  = Modulus young ( $N/m^2$ )

$\sigma$  = kuat tarik ( $N/m^2$ )

$\varepsilon$  = elongasi (%)

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika dan Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Juni 2016.

### 3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua buah timbangan yang terdiri atas, timbangan analog kapasitas ( $5\pm 0,1$ ) kg dan timbangan digital kapasitas ( $200\pm 0,01$ )g; blender BL-152 FP-AP, seperangkat *heat magnetic stirrer* ST1-2, loyang (teflon) diameter ( $20\pm 0,10$ ) cm, kain saring 150 mesh, termometer alkohol  $100^{\circ}\text{C}$ , *beaker glass* 500 mL, mesin pengering dan alat uji tarik Strength ZP Recorder 50 Imada. Bahan yang digunakan adalah rumput laut *Sargassum sp* hijau, asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), larutan sorbitol 99%, larutan gliserol 99%, dan aquades.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan preparasi rumput laut basah, ekstraksi alginat, pembuatan bioplastik dan pengujian. Pengujian meliputi uji mekanik, uji ketahanan udara (lingkungan) dan uji biodegradabilitas.

#### 3.3.1 Preparasi Rumput Laut Basah

Preparasi ini bertujuan untuk mempermudah tahapan ekstraksi rumput laut. Langkah pertama preparasi yaitu rumput laut kering dibersihkan dari kotoran yang menempel. Selanjutnya rumput laut kering yang sudah bersih direndam di dalam aquades, sehingga kondisi rumput laut dalam keadaan basah. Perendaman rumput laut dilakukan dengan cara memasukkan seluruh bagian rumput laut kering ke dalam wadah yang berisi aquades dengan perbandingan rumput laut kering dan aquades adalah 1 : 3. Rumput laut direndam dalam aquades selama 1 jam sampai rumput laut terlihat segar dan berwarna hijau muda.

### 3.3.2 Ekstraksi Alginat

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Ekstraksi alginat dilakukan dalam 4 tahapan utama yaitu pencampuran, penghancuran, pemanasan serta pemerasan dan penyaringan. Pada penelitian ini pencampuran merupakan tahapan yang menghasilkan campuran rumput laut basah dengan larutan asam asetat. Rumput laut basah yang digunakan yaitu seberat 200 gram dan volume larutan asam asetat konsentrasi 1,00% yang digunakan yaitu sebanyak 200 mL. Asam asetat merupakan larutan dengan tingkat keasaman yang cukup rendah sehingga mengurangi daya larut alginat. Guna menanggulangi masalah ini maka dilakukan tahap penghancuran. Pada tahap ini rumput laut yang dicampur dengan asam asetat diblender hingga menjadi bubur rumput laut seperti pada Gambar 3.1. Bubur rumput laut tersebut dituang ke dalam *beaker glass* 500 mL dan dipanaskan selama 10 menit pada suhu 85 – 90°C dengan menggunakan *heat magnetic stirrer* yang bertujuan untuk meningkatkan efektifitas ekstraksi sehingga asam asetat akan langsung berinteraksi dengan alginat tanpa perlu melalui dinding epidermis dari rumput laut. Bubur rumput laut yang telah dipanaskan selanjutnya diletakkan pada kain saring 150 mesh. Bubur rumput laut tersebut diperas dan disaring dengan kain saring untuk memisahkan filtrate (cairan) alginat dari ampas. Filtrat tersebut ditampung pada *beaker glass* hingga diperoleh sebanyak 200 mL, sementara itu ampasnya dibuang.



Gambar 3. 1. Bubur rumput laut

### 3.3.3 Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik diawali dengan menakar volume cairan alginat dan pemlastis sesuai dengan variasi yang diperlukan seperti terlihat pada Tabel 3.2. Variasi tersebut diperoleh setelah dilakukan penelitian pendahuluan yang mengacu pada referensi. Kedua cairan tersebut dicampur dalam *beaker glass* 500 mL yang kemudian dipanaskan dengan *heat magnetic stirrer* selama 10 menit pada suhu 45-50 °C. Cairan yang telah tercampur merata selanjutnya dituang di nampan teflon diameter 20 cm. Selanjutnya cairan tersebut dikeringkan dengan menggunakan mesin pengering kabinet pada suhu 70 °C selama 6 jam dengan debit udara panas ( $5,0 \pm 0,1$ ) m<sup>3</sup>/menit. Tahap pengeringan ini dilakukan untuk seluruh sampel di waktu yang sama. Pengeringan secara bersamaan ini bertujuan untuk menyamakan proses pengeringan seluruh sampel. Setelah sampel-sampel mengering dalam nampan teflon, selanjutnya teflon beserta sampel dikeluarkan dari mesin pengering dan dibiarkan dalam suhu kamar selama 24 jam untuk penyesuaian suhu dan kelembaban ruangan. Pasca pengondisian dalam suhu dan kelembaban ruangan, lembaran

bioplastik yang terbentuk tersebut dapat dilepaskan dari permukaan wadah teflon. Lembaran bioplastik tersebut siap dilakukan pengujian.

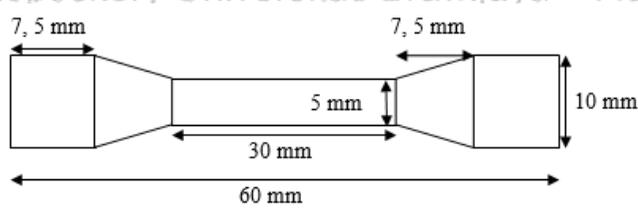
Tabel 3. 1. Takaran campuran cairan alginat dan pemlastis (A) gliserol (B) sorbitol

Cairan alginat (mL)		Gliserol (mL)		Cairan alginat (mL)		Sorbitol (mL)	
%	mL	%	mL	%	mL	%	mL
99,50	199,00	0,50	1,00	99,5	199,00	0,50	1,00
99,25	198,50	0,75	1,50	99,25	198,50	0,75	1,50
99,00	198,00	1,00	2,00	99,00	198,00	1,00	2,00
98,75	197,50	1,25	2,50	98,75	197,50	1,25	2,50

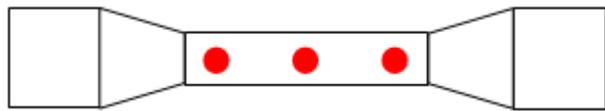
(A) (B)

### 3.3.4 Uji Tarik

Uji Tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari sampel yang berupa tegangan, regangan dan Modulus Young. Langkah pertama pengujian ini adalah dengan dibuat enam (6) buah sampel dari setiap variasi campuran cairan alginat dan pemlastis (Tabel 3.1) dengan bentuk dan ukuran seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Bentuk dan ukuran sampel untuk uji tarik



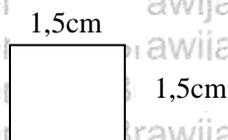
Gambar 3. 3. Daerah titik pengukuran ketebalan

Setiap sampel uji tersebut diukur ketebalannya di tiga titik warna merah seperti yang terlihat pada Gambar 3.3, agar luas penampang di daerah tersebut dapat diketahui nilainya. Pengukuran ketebalan yang telah selesai dilanjutkan dengan pemasangan sampel uji pada penjepit alat uji tarik. Pemasangan sampel uji diposisikan tegak dan dijepit kuat agar sampel tidak terlepas saat pengukuran. Pengukuran ini dilakukan sebagai berikut : alat uji tarik dan software pencatat data diposisikan “ON”. Selanjutnya roda penggerak bagian penarik alat uji diputar dengan kecepatan atau gaya yang konstan sehingga sampel uji meregang dan akhirnya berada di posisi *break point* (putus). Jarak yang ditempuh penarik dari awal hingga sampel putus akan diukur atau dicatat pada software pencatat data. Pengukuran ini dilakukan untuk seluruh sampel (Masruroh,2013).

### 3.3.5 Uji Ketahanan Udara

#### A. Pembentukan sampel

Pengujian ketahanan udara bertujuan untuk mengetahui ketahanan sampel (bioplastik) terhadap pengaruh lingkungan udara. Pengujian ketahanan udara dimulai dengan pembuatan sampel uji dengan bentuk dan ukuran seperti pada Gambar 3.4. Sampel uji dibuat 6 lembar dari tiap unit percobaan untuk mendapatkan ulangan sampel uji.



Gambar 3. 4. Bentuk dan ukuran sampel untuk uji ketahanan udara

#### B. Pengujian

Uji ketahanan udara ini dilakukan sebagai berikut : sampel uji diletakkan pada ruang terbuka selama 60 hari dan dilakukan pengamatan secara visual untuk mengetahui pengaruh dari komponen asing terhadap bioplastik. Pengamatan visual ini juga didukung dengan pengambilan foto. Pelaksanaan pengamatan ini dilakukan dengan jeda 2 hari agar dapat diketahui perkembangan ketahanan sampel.

### 3.3.6 Uji Biodegradabilitas

#### A. Pembentukan sampel

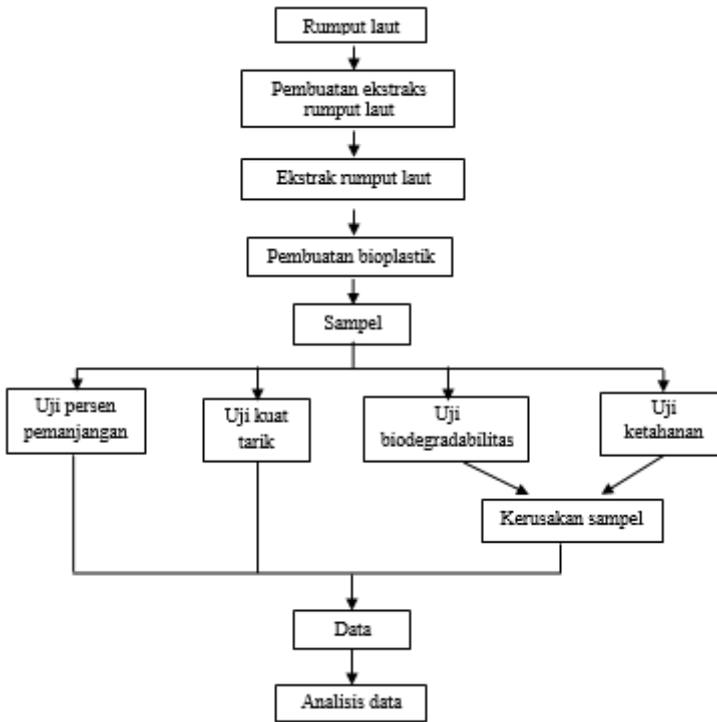
Pengujian biodegradabilitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan terurainya sampel (bioplastik) terhadap pengaruh lingkungan tanah. Pengujian biodegradabilitas diawali dengan pembuatan sampel uji sama seperti sampel uji untuk uji ketahanan udara, seperti pada Gambar 3.4. Sampel uji dibuat 6 lembar dari tiap unit percobaan untuk mendapatkan ulangan sampel uji.

#### B. Pengujian

Sampel uji yang telah siap seperti pada Gambar 3.4., diuji dengan metode *soil burial test* (Subowo dan Pujiastuti, 2003) yaitu metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati per hari terdegradasi (mengalami kerusakan).

Pengamatan dilakukan dengan metode pengukuran massa sampel dan visual. Metode pengukuran massa sampel yaitu metode yang diamati dan diukur berat kering (dalam gram) awalnya sebagai data hari ke-0. Sampel yang telah diketahui berat kering awalnya selanjutnya dikubur dalam tanah dengan kedalaman sekitar 1,00 cm. Pengamatan dan pengukuran berat kering ini dilakukan setiap 24 jam setelah penguburan dalam tanah, hingga sampel uji terdegradasi. Pengambilan data dilakukan dengan menimbang berat kering awal dan berat kering sampel uji setelah penguburan yang kemudian data tersebut dibandingkan untuk mengetahui penyusutan dan terdegradasinya sampel. Sementara itu, metode visual dilakukan dengan mengamati rusaknya sampel seperti sobek, pecah dan hancur. Pengamatan visual ini juga didukung dengan pengambilan foto.

### 3.4 Diagram Alir



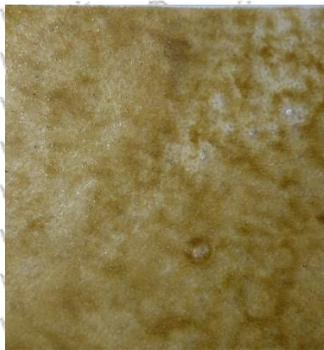
Gambar 3.5. Diagram alir pelaksanaan penelitian



## BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan bioplastik berupa lembaran tipis yang elastis dengan ketebalan rata-rata 282  $\mu\text{m}$  yang terukur melalui AMT-15. Bioplastik dari rumput laut *Sargassum* sp., ini memiliki ciri sedikit berbau, berwarna coklat kehijauan yang tidak merata. Bau dari bioplastik merupakan bau alamiah dari rumput laut *Sargassum* sp. Selama proses pembuatan bioplastik ini, dinding sel dan klorofil rumput laut *Sargassum* mengalami proses penghancuran dan pemanasan baik saat ekstraksi maupun pengeringan pada mesin pengering. Proses pembuatan ini mengakibatkan kerusakan klorofil dan matinya sel sehingga warna hijau berubah menjadi kecoklatan akibat nampaknya senyawa tanin yang semula tertutup klorofil (Evans, 2013). Dampak dari munculnya tanin ini menyebabkan bioplastik yang dihasilkan juga berwarna coklat.



Gambar 4. 1. Bioplastik alginat dari *Sargassum* sp.

### 4.2 Sifat Mekanik Bioplastik

Sifat mekanik didefinisikan sebagai ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya luar tanpa kerusakan. Sifat mekanik bioplastik dipengaruhi oleh ikatan kimia antar penyusunnya. Kuat lemahnya ikatan kimia ini bergantung pada komposisi bahan yang digunakan. Salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanik, yaitu dengan melakukan uji tarik. Uji tarik merupakan suatu bentuk pengujian untuk mengetahui respon akibat gaya tarik yang diberikan

pada sampel sehingga sifat mekanik dapat dianalisis melalui kuat tarik dan persen pemanjangan.

### 4.3 Kuat Tarik

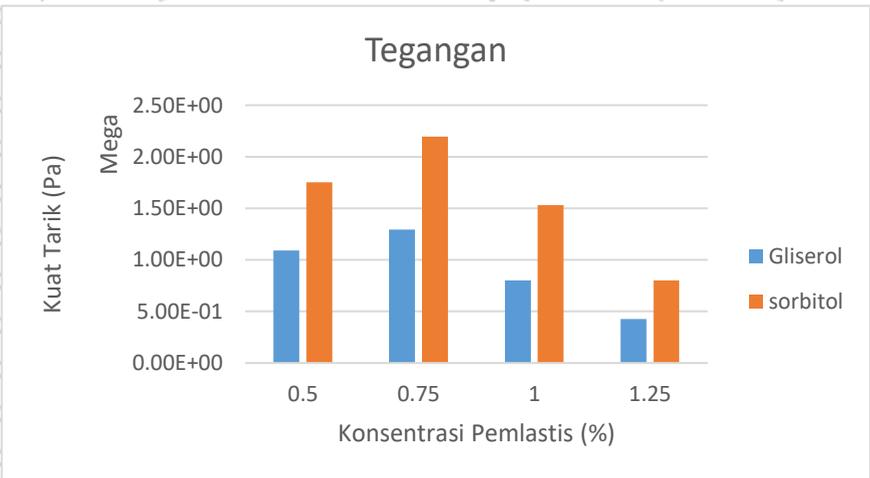
Kuat tarik adalah gaya maksimum yang dapat diterima bioplastik hingga putus. Tabel 4.1 maupun Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pemakaian kedua pemlastis dari konsentrasi 0,50% sampai 0,75% menyebabkan peningkatan nilai kekuatan tarik dari  $(1,09 \pm 0,14)$  MPa menjadi  $(1,29 \pm 0,02)$  MPa untuk gliserol dan  $(1,75 \pm 0,14)$  MPa menjadi  $(2,19 \pm 0,57)$  MPa untuk sorbitol. Kondisi ini berubah menurun setelah pemakaian pemlastis 1,00% hingga 1,25%. Pada konsentrasi gliserol 1,00% menghasilkan nilai kuat tarik  $0,80 \pm 0,11$  MPa, sementara itu konsentrasi sorbitol 1,00% menghasilkan  $(1,53 \pm 0,12)$  MPa. Pada pemakaian konsentrasi gliserol 1,25% menghasilkan nilai kuat tarik  $(0,43 \pm 0,09)$  MPa sementara itu konsentrasi sorbitol 1,25% menghasilkan  $(1,35 \pm 0,60)$  MPa. Nampak bahwa kedua pemlastis pada konsentrasi 1% menghasilkan kondisi nilai kuat tarik yang lebih rendah dibanding pemlastis pada konsentrasi 0,75%. Menurut Harris (1999), pemakaian konsentrasi pemlastis yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan nilai kuat tarik pada bioplastik. Selain itu, pemakaian pemlastis sorbitol dalam berbagai variasi konsentrasi menghasilkan nilai kuat tarik lebih tinggi dibanding menggunakan gliserol. Ini dikarenakan pemlastis gliserol memiliki kecenderungan lebih tinggi dalam menurunkan interaksi antar molekul dibanding sorbitol, sehingga semakin tinggi konsentrasi gliserol mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dari bioplastik (Gontard *et al.*, 1993).

Tabel 4.1. juga menunjukkan bahwa bioplastik alginate baik yang menggunakan pemlastis gliserol maupun sorbitol mempunyai kuat tarik yang lebih rendah dibanding polietilena. Begitu juga jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Nurseha (2012) yang menunjukkan bahwa penggunaan sorbitol 2 ml dalam pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong menghasilkan kuat tarik 49 MPa maupun hasil dari Harsojuwono dan Arnata (2015) yang menunjukkan kekuatan tarik (*tensile strength*) 930 MPa. Rendahnya nilai kuat tarik dimungkinkan karena rendahnya tingkat kemurnian ekstrak alginat sehingga mempengaruhi pembentukan dari polimer plastik alginat.



Tabel 4. 1. Nilai kuat tarik bioplastik alginat dibanding plastik polietilena

Campuran Bioplastik				Kuat Tarik (MPa)	
Cairan alginat		Pemlastis		Gliserol	Sorbitol
%	mL	%	mL		
99,50	199,00	0,50	1,00	1,09±0,143	1,75±0,143
99,25	198,50	0,75	1,50	1,29±0,021	2,19±0,569
99,00	198,00	1,00	2,00	0,80±0,105	1,53±0,123
98,75	197,50	1,25	2,50	0,43±0,086	1,35±0,603



Gambar 4. 2. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan kuat tarik bioplastic

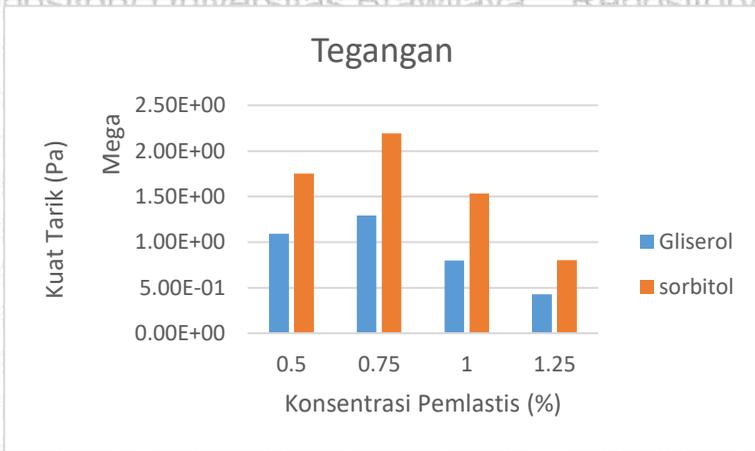
#### 4.4 Persen Pemanjangan

Persen pemanjangan didefinisikan sebagai pertambahan panjang bahan bioplastik dari panjang awal hingga sesaat sebelum putus ketika diberikan suatu gaya tarik. Berdasarkan Tabel 4.2 maupun Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pemakaian pemlastis

gliserol pada konsentrasi 0,50% hingga 1,00% menunjukkan peningkatan persen pemanjangan dari  $(12,24 \pm 0,86)\%$  menjadi  $(16,31 \pm 1,03)\%$ . Peningkatan persen pemanjangan ini terjadi karena gliserol mengganggu gaya tarik antar molekul (intermolekuler) polimer dan menurunkan interaksinya. Menurut Harris (1999), persen pemanjangan berhubungan dengan konsentrasi pemlastis, makin tinggi konsentrasi pemlastis makin tinggi pula persen perpanjangannya. Di sisi lain, pemakaian konsentrasi gliserol 1,25% justru mengalami penurunan persen perpanjangan menjadi  $(15,89 \pm 0,93)\%$ . Penurunan ini diduga karena gangguan gaya tarik molekul bioplastik oleh gliserol telah mencapai titik maksimum pada konsentrasi 1,00%, sehingga tidak ada peningkatan jumlah ikatan yang terbentuk antara polimer dan gliserol. Sementara itu, pemakaian pemlastis sorbitol pada konsentrasi 0,50% hingga 0,75% menyebabkan peningkatan persen pemanjangan dari  $(15,52 \pm 1,97)\%$  menjadi  $(17,81 \pm 2,89)\%$ . Pada pemakaian sorbitol konsentrasi 1,00% mengalami sedikit penurunan dengan nilai persen pemanjangan  $(16,32 \pm 1,08)\%$ . Pada konsentrasi 1,25% meningkat kembali cukup tinggi dengan nilai persen pemanjangan  $(24,34 \pm 1,85)\%$ . Penurunan persen perpanjangan pada konsentrasi sorbitol 1,00% kemungkinan disebabkan terdapat perbedaan ketebalan pada lembar bioplastik alginat yang terbentuk sehingga sampel uji yang digunakan tidak mewakili sampel keseluruhan karena pengambilannya dilakukan secara acak. Sementara itu peningkatan persen perpanjangan yang sangat tinggi pada konsentrasi sorbitol 1,25%, mungkin disebabkan sorbitol tersebar secara merata sehingga menurunkan interaksi intermolekuler polimer bioplastik (Chandra, 2011). Menurut Laonakunjit dan Noomhorm (2004), sorbitol sebagai pemlastis akan mampu menurunkan interaksi intermolekuler polimer dengan cara membentuk ikatan antara polimer dengan pemlastis. Pembentukan inilah yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan persen pemanjangan.

Tabel 4. 2 Nilai persen pemanjangan bioplastik alginat dibanding plastic polietilena

Campuran Bioplastik				Persen Pemanjangan (%)	
Cairan alginat		Pemlastis		Gliserol	Sorbitol
%	mL	%	mL		
99,50	199,00	0,50	1,00	12,24±0,86	15,52±1,97
99,25	198,50	0,75	1,50	15,34±0,67	17,81±2,89
99,00	198,00	1,00	2,00	16,31±1,03	16,32±1,08
98,75	197,50	1,25	2,50	15,89±0,93	24,34±1,85



Gambar 4. 3. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan persen pemanjangan

Tabel 4.2. menunjukkan bahwa bioplastik alginat baik yang menggunakan pemlastis gliserol maupun sorbitol mempunyai persen pemanjangan yang lebih rendah dibanding plastik polietilena yang mempunyai nilai persen pemanjangan 500%. Persen pemanjangan ini juga lebih rendah dibandingkan hasil yang diperoleh Nurseha (2012) yang menunjukkan persen pemanjangan 106,67 % dalam pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong dengan menggunakan sorbitol 2 ml. Begitu juga jika dibandingkan hasil yang diperoleh Harsojuwono dan Arnata (2015) yang menunjukkan persen pemanjangan (*elongation at break*) 18,75% dari bioplastik pati 6% dan gliserol 1%.

#### 4.5 Modul Young

Modulus Young menunjukkan elastisitas dari suatu bahan yang berupa ukuran kekakuan suatu bahan. Elastisitas merupakan perbandingan dari kuat tarik dengan persen perpanjangan sesaat sebelum putus (Setiani *et al.*, 2013).

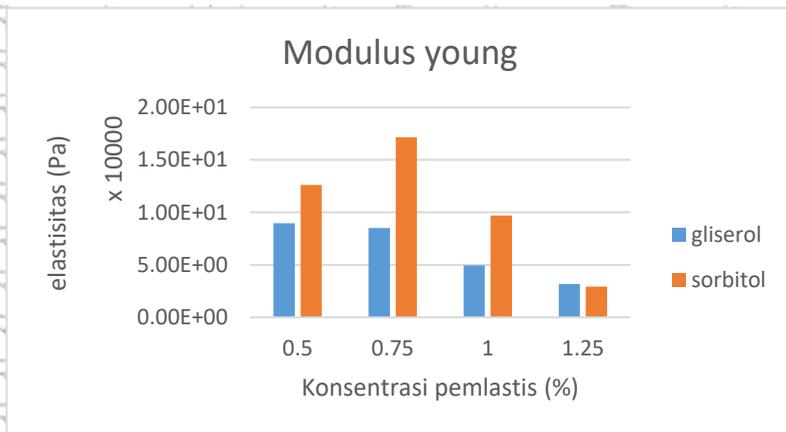
Tabel 4.3 menunjukkan bahwa Modulus Young atau elastisitas bioplastik alginat mengalami penurunan dari pemakaian gliserol 0,50% hingga 1,25%, dengan nilai berturut turut ( $0,0897 \pm 0,0096$ ) MPa (gliserol 0,50%); ( $0,085 \pm 0,032$ ) MPa (gliserol 0,75%); ( $0,050 \pm 0,0062$ ) MPa (gliserol 1,0%) dan ( $0,0317 \pm 0,002$ ) MPa (gliserol 1,25%). Penyebab turunnya nilai bioplastik ini dikarenakan gliserol mampu memperlemah ikatan intermolekuler polimer. Pendapat ini didukung oleh Setiani *et al* (2013) yang menjelaskan jika konsentrasi gliserol yang digunakan meningkat, maka nilai elastisitas bioplastik akan menurun. Sementara itu, pemakaian sorbitol 0,50% hingga 1,25% menunjukkan nilai Modulus Young yang mempunyai pola sama dengan nilai kekuatan tariknya. Nilai modulus Young tersebut berturut-turut ( $0,1263 \pm 0,025$ ) MPa (sorbitol 0,50%); ( $0,1717 \pm 0,0665$ ) MPa (sorbitol 0,75%); ( $0,0970 \pm 0,0108$ ) MPa (sorbitol 1,00%) dan ( $0,0295 \pm 0,0048$ ) MPa (sorbitol 1,25%). Pola nilai-nilai ini sesuai pendapat Darni dan Utami (2010) yang menjelaskan bahwa Modulus Young atau elastisitas berbanding lurus dengan nilai kuat tarik. Tabel 4.3., juga menunjukkan bahwa bioplastik alginat dengan menggunakan pemlastis sorbitol menghasilkan nilai Modulus Young yang lebih tinggi dibanding menggunakan gliserol pada konsentrasi yang sama. Modulus Young tertinggi dimiliki oleh bioplastik alginat dengan menggunakan sorbitol 0,75% dengan nilai ( $0,1717 \pm 0,0665$ ) MPa. Ini dikarenakan pemlastis sorbitol memiliki kecenderungan lebih rendah dalam menurunkan interaksi intermolekul dibanding gliserol (Gontard *et al.*, 1993). Molekul gliserol mempunyai kemampuan lebih tinggi mengganggu kekompakan polimer-polimer bahan dasar dengan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer, fleksibilitas dan extensibilitasnya. Kondisi ini akan mempengaruhi perubahan pada sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan elastisitasnya (Khoramnejadian, 2011).



Tabel 4. 3 Nilai Modulus Young (elastisitas) bioplastik alginat

Campuran Bioplastik				Modulus Young (MPa)	
Cairan alginat		Pemlastis		Gliserol	Sorbitol
%	mL	%	mL		
99,50	199,00	0,50	1,00	0,0897±0,0096	0,1263±0,0250
99,25	198,50	0,75	1,50	0,0850±0,0320	0,1717±0,0665
99,00	198,00	1,00	2,00	0,0496±0,0062	0,0970±0,0108
98,75	197,50	1,25	2,50	0,0317±0,0020	0,0295±0,0048

Tabel 4.3. menunjukkan bahwa Modulus Young dari bioplastik alginat menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah dibanding plastik polietilena yang nilainya 800 MPa. Nilai modulus young ini juga lebih rendah dari hasil yang diperoleh Kumoro dan Purbasari (2014) yang menunjukkan nilai 40,5 MPa dalam pembuatan bioplastik pati dengan penambahan gliserol 2% (b/b). Begitu juga dibandingkan dari hasil Harsojuwono dan Arnata (2015) yang menunjukkan nilai Modulus Young 50 MPa dari bioplastik pati 1% dengan menggunakan gliserol 1%.



Gambar 4. 4. Grafik hubungan konsentrasi pemlastis dengan Modulus Young



#### 4.6. Uji Ketahanan Udara (Lingkungan)

Pengaruh lingkungan merupakan faktor yang penting terhadap ketahanan bioplastik. Berdasarkan fungsinya sebagai kemasan, uji ketahanan udara (lingkungan) perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari komponen asing terhadap bioplastik. Banyaknya komponen asing di udara akan mempengaruhi bioplastik terutama perubahan sifat fisiknya seperti tekstur dan bentuk fisik. Pengujian ketahanan udara bioplastik ini dilakukan selama 2 bulan dengan selang waktu jarak pengamatan 2 hari. Ciri dari pengaruh lingkungan adalah timbulnya jamur yang dilihat dengan mata telanjang, perubahan tekstur yang lebih rapuh dan bentuk fisik yang melengkung. Gambar 4.5., menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan selama 2 bulan belum mengubah sifat fisik, mekanik maupun biologis bioplastik. Belum adanya pengaruh lingkungan ini, mungkin disebabkan sulitnya uap air untuk menembus ke dalam celah-celah ikatan polimer bioplastik pada suhu kamar (27°C). Menurut Krochta (1994), cepat lambatnya uap air dapat memasuki suatu bahan dipengaruhi oleh sifat kimia, struktur bahan penyusun dan kondisi lingkungan seperti kelembaban dan temperatur.



Gambar 4. 5.Sampel hasil uji ketahanan lingkungan hingga hari ke-

60

#### 4.7 Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas pada bioplastik dilakukan dengan metode penguburan sampel (*soil burial*) selama 5 hari. Pengamatan sampel dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengukuran massa sampel dan metode pengamatan visual. Parameter metode pengukuran

sampel berupa penurunan massa sampel. Penurunan massa pada sampel menunjukkan tingkat kerusakan sampel. Nilai penurunan massabioplastik pada uji biodegradable selama 5 hari penguburan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Massa Bioplastik pada uji biodegradasi

Perlakuan	Massa (gram)						
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	
Gliserol (%)	0,50	0,09	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04
	0,75	0,13	0,08	0,06	0,06	0,05	0,07
	1,00	0,12	0,07	0,06	0,04	0,05	0,07
	1,25	0,12	0,08	0,06	0,04	0,04	0,05
Sorbitol (%)	0,50	0,11	0,07	0,07	0,04	0,06	0,07
	0,75	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03
	1,00	0,09	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
	1,25	0,11	0,08	0,06	0,04	0,05	0,08

Pada pengujian ini, nilai massa bioplastik merupakan nilai massa sampel dalam keadaan kering. Berdasarkan Tabel 4.4., dapat terlihat bahwa pada hari ke-1 seluruh sampel bioplastik mengalami penurunan massa yang cukup drastis dibanding hari ke-0 dengan nilai penurunan rata-rata sebesar 0,4 g. Penurunan massa ini, dikarenakan banyak komposisi bioplastik yang mudah diurai mikroba. Analisa ini didukung oleh pendapat Huda dan Firdaus (2007) yang menyatakan bioplastik dapat didegradasi oleh bakteri dengan memotong-motong rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Pada sampel hari ke-2, sampel-sampel bioplastik mengalami sedikit penurunan dibanding hari ke-1. Penurunan yang sedikit ini, disebabkan sedikitnya komposisi bioplastik yang mudah terurai secara langsung, sehingga penguraian melambat. Kondisi massa sampel pada hari ke-3 dan ke-4, sedikit berbeda dibanding hari ke-2, ini dikarenakan mulai adanya komponen-komponen asing seperti tanah yang menempel pada sampel sehingga terdapat beberapa sampel tidak mengalami penurunan massa. Menurut Brown (2008), partikel tanah memiliki kecenderungan mengumpul satu sama lain ketika dalam kondisi kering. Kecenderungan mengumpul inilah yang menyebabkan adanya kenaikan massa pada sampel. Atas dasar referensi tersebut penelitian



ini tidak dilanjutkan hingga hari ke-5, dikarenakan sebagian besar sampel mengalami peningkatan massa.

Pengujian lain yang digunakan untuk memperkuat hasil pengukuran massa sampel adalah pengamatan secara visual atau metode visual untuk mengetahui perubahan sifat fisik dari bioplastik. Parameter dari metode ini berupa perubahan bentuk fisik dari sampel. Gambar 4.6. menunjukkan bahwa semua bioplastik sudah mengalami kerusakan baik hancur maupun patah sampai hari ke-4. Kerusakan ini dikarenakan adanya mikroba yang memotong struktur ikatan bioplastik selama proses penguraian. Analisis ini didukung oleh pendapat Firdaus dan Anwar (2004) yang menyatakan bioplastik akan mengalami perubahan struktur kimia akibat pengaruh mikroba seperti bakteri, dan jamur.



Gambar 4. 6. Sampel hasil uji biodegradabilitas

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan mendegradasi bioplastik alginate adalah 5 hari, waktu ini lebih cepat dibanding hasil yang diperoleh Nurseha (2012) yang menunjukkan waktu degradasi selama 10 hari dari bioplastik pati kulit singkong dengan menggunakan sorbitol 2 ml dengan penurunan berat 78,86%.



## BAB V PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Bioplastik alginat dengan menggunakan pemlastis sorbitol mempunyai karakteristik lebih baik dibanding menggunakan gliserol.
- 2) Konsentrasi pemlastis mempengaruhi kuat tarik, persen pemanjangan, Modulus Young, biodegradasi tetapi tidak mempengaruhi ketahanan lingkungan dari bioplastik alginat hingga 2 bulan. Bioplastik alginat dengan menggunakan 0,75% sorbitol mempunyai karakteristik lebih baik dibanding lainnya dengan nilai kuat tarik ( $2.190 \pm 0.569$ ) MPa, persen pemanjangan ( $17,81 \pm 2.89$ )%, Modulus Young ( $17,17 \pm 6,65$ ) MPa, tahan terhadap lingkungan selama 2 bulan dan mengalami degradasi pada hari ke-5.
- 3) Jenis dan konsentrasi pemlastis mempengaruhi kecepatan degradasi bioplastik alginat.

### 4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan uji ketahanan udara hingga bioplastik mengalami perubahan yang dilengkapi dengan pengamatan melalui mikroskop.



## DAFTAR PUSTAKA

- Averous, L., 2004. Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch : A Review, *Journal of Macromolecular Science*, United Kingdom.
- Basmal, J. , T. Wikanta, Tazwir, 2002. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Kalium Hidroksida dan Natrium Karbonat dalam Ekstraksi Natrium Alginat Terhadap Kualitas Produk yang Dihasilkan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 8(6):45-52.
- Brown, R. B. 2008. Soil Texture. *SL29*. University of Florida
- Chandra, L.H. 2011. Plasticizer Chapter II pdf. [repository.usu.ac.id/.../chapter%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/.../chapter%20II.pdf) Akses Tanggal 1 Desember 2014
- Chelzea, V., 2011. Sorbitol. Jurusan Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran. Univ. Diponegoro
- Darni, Y., A., Chici, dan I. D., Sri., 2008, Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*, Universitas Lampung, 17-28 November 2008.
- Darni, Y., dan H. Utami. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorghum*. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7, No. 4, hal.88-93, 2010 ISSN 1412-5064. Universitas Lampung.
- Eroglu, M., et al. 2006. Chitosan-Alginat coated microsphere for embolization and/or chemoembolization: in vivo studies. *Journal of Microencapsulation*. 23(4):367-376.
- Evans, Andrew. 2013. Rahasia Daun Mengubah Warnanya <http://nationalgeographic.co.id> , tanggal akses 27 Juni 2016



- Fessenden, R. J. dan J. S. Fessenden., 1997. *Dasar-Dasar Kimia Organik*. Jakarta: Binarupa Aksara. hal 399-404
- Firdaus, Feris dan Chairil Anwar. 2004. Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel. *Jurnal LOGIKA ISSN 1410-2315*. Vol. 1. No. 2. Hal. 38-44.
- Gacesa. 1988. Alginats. *Carbohydrate Polymer* 8: 161–182.
- Gontard, N. S., Guilbert, and J. L. Cuq. 1993. Water and Glycerol as Plasticizer effect mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film. *J.Food Sci.*, Vol. 58, No. 1, 206-211.
- Gontard, N., dan S. Guilbert. 1986. Bio Packaging : Tecnology and Properties of Edible Biodegradable Material of Agricultural Origin. Food Packaging a Preservation. The Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland. 30 Hlm.
- Griffin, R.C. 1994. Technical Methode of Analyst. New York : Mc.Graw Hill.
- Guiry, M. D., 2007. Algae Base version 4.2. World-wide electronic publication (online). National University of Ireland, Galway, Ireland.
- Harris, Helmi. 1999. Kajian Teknik Formulasi terhadap Karakteristik *Edible Film* dari Pati Ubi Kayu, Aren, dan Sagu untuk Pengemas Produk Pangan Semi Basah. Desertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harsojuwono, B.A. Dan I W Arnata, 2015. Karakteristik Fisik Dan Mekanik Bioplastik (Studi Konsentrasi Tapioka Dan Perbandingan Campuran Pemplastis). *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. Vol.3, No. 1, Maret 2016. Hal 1-7.
- Hasan, M. 2006. *Pembuatan Bioplastik Untuk Kemasan Antara Polikaprolaton (PCL) dan Pati Tapioka Dengan*

*Pemanfaatan Minyak Kelapa Sawit Sebagai Pemlastis Alami.* Banda Aceh.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Glycerol.html>. Diakses pada tanggal 6 Juni 2016

<https://en.wikipedia.org/wiki/Sorbitol.html>. Diakses pada tanggal 6 Juni 2016

<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=482765fad3b443169ec28fb6f9606660>. Diakses pada 7 Agustus 2016

Huda, T., dan F. Firdaus, 2007, Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar, *Jurnal Penelitian dan Sains "Logika"*, 4 (2) : 3-10.

Khoramnejadian, S., 2011, Converting Non-Biodegradable Plastic to Biodegradable by Using Natural Polymer to Help Environment Conservation, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9 (2) : 477-479.

Kohar, H, Jonatan, dan Agustanti. 2004. Studi Kandungan Logam Pb Dalam Batang Dan Daun Kangkung (Ipomoea Reptans) Yang Direbus Dengan Penambahan NaCl Dan Asam Asetat. *Makara sains*. Vol. 8 (3): 85-88.

Kumoro, A.C, dan A. Purbasari. 2014. Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknik Kimia ISSN 0852-1697*, Universitas Diponegoro.

Laohakunjit, N. and A. Noomhorm, 2004. Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch Film, *Starch*, 56, pp. 348-356.

Masruroh. 2013. *Panduan Praktikum Analisi Material*. Universitas Brawijaya

Miura, K., N. Kimura, H. Suzuki, Y. Miyashita, Y. Nishio. 1999. Thermal and Viscoelastic Properties of alginat/poly (vinyl alcohols) blends cross-linked with calsius tetraborate. *Carbohydrate Polymers* 39:139-144.

Naidu, B.V.K.M., K.V.S.N. Sairam, T.M.. Raju, Aminabhavi. 2005. Thermal, viscoelastic, solution and membrane properties of sodium alginat/ hydroxythylcellulose blends. *Carbohydrate Polymer* 61:52-60.

Nurseha, D., 2012. Pengaruh Penambahan Plasticizer sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong. <http://digilib.uin-suka.ac.id/10808/1/bab%20i,%20v,%20daftar%20pustaka.pdf>. diakses pada tanggal 9 Agustus 2016.

Odian, G., 2004, *Principles of Polymerization Third Edition*, New York : John Wiley & Sons, Inc.

Pagliari, M., and M. Rossi, 2008, *The Future of Glycerol : New Uses of a Versatile Raw Material*, USA : RSC Green Chemistry Book Series.

Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahminda. 2013. *Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan*. Jurnal Kimia Valensi Vol. 3 No. 2, November 2013 (100-109) ISSN : 1978 – 8193. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Sperling, L.H., 1986, *Introduction to Physical Polymer Science*, New York : John Wiley & Sons, Inc.

Subowo, W.S., dan S. Pujiastuti. 2003. “Plastik Yang Terdegradasi Secara Alami (Biodegradable) Terbuat Dari LDPE Dan Pati Jagung Terlapis”. Bandung: Pusat Penelitian Informatika-LIPI.

Sujatmiko, W. 1994. *Peluang Pengembangan Rumput Laut Jenis Sargassum dan Industri Alginat Sebagai Upaya Pemanfaatan Potensi Perairan Pantai*. Seminar sehari

tentang peluang-peluang usaha perikanan daerah pantai di Propinsi Lampung, Tanggal 10 Agustus 1994. 14 hal.

Sulaiman, A. H., 1996. Dasar-Dasar Biokimia untuk Pertanian. USU-Press, Medan.

Taylor, C. J., P. Pearson, K. I. Draget, P. W. Dettmar, O. Smidsrod. 2005. Rheological Characterisation of mixed gels of mucin and alginate. *Carbohydrate Polymers* 59:189-195.

Tjitrosoepomo, G., 2011. *Taksonomi Tumbuhan : Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pterydophyta*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Tokiwa, Y., B. P. Calabia, C. U. Ugwu, and S. Aiba, 2009, Biodegradability of Plastics, *International Journal of Molecular Science*, 10 : 3722-3742.

Utomo, A. W., B. D. Argo., dan M.B. Hermanto. 2013. *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera)-Kitosan*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis Vol. 1 No. 1

Wang, Y., H. Feng, H., Bin, L. Jingbao, and Y. Wengong, 2006. In vivo prebiotic properties of alginat oligosacharides prepared through enzymatic Hhydrolysis of alginate. *Nutrition Research* 26: 597-603.

Winarno, F.G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Cetakan Ke-5. Pustaka Harapan, Jakarta.

Yusmarlela, 2009, *Studi Pemanfaatan Plasticizer Gliserol dalam Film Pati Ubi dengan Pengisi Serbuk Batang Ubi Kayu*, Tesis Universitas Sumatera Utara.





Lampiran 1 Alat dan Bahan



Rumput Laut



Asam Asetat



Akuades



Sorbitol



Gliserol



Heat Magnetic Stirrer dan  
Beaker Glass



Blender



Alat Uji Tarik



Kain Saring



Loyang (Teflon)



Timbangan Analog



Timbangan Digital



Mesin Pengering



Termometer Alkohol



Lampiran 2

Data Uji Tarik Glicerol

gliserol	SAMPLE	TEBAL (µm)			batas awal	batas akhir	waktu	luas(cm)			panjang (cm)	Luas(rata-rata) cm <sup>2</sup>	gaya	tegangan	regangan	modulus young
		1	2	3				1	2	3						
0.50%	1	214	196	228	116	13.1	11	0.0107	0.0093	0.0104	1.9	0.010466667	1.5	1433121	12.931034	110828.0295
	2	285	355	317	117	13	10	0.0143	0.0178	0.0159	1.3	0.016595	1.6	1003104.8	11.111111	90282.13666
	3	147	178	177	114	13	11.5	0.0074	0.0089	0.0089	1.6	0.008366667	1.36	1625498	14.035088	115916.7331
	4	82	83	90	114	12.4	6	0.0041	0.0042	0.0045	1.7	0.00425	0.36	8719238	8.7719238	96564.70588
	5	231	215	221	117	13.4	11	0.016	0.0108	0.0111	1.7	0.0116667	0.91	816590.7	14.523915	56338.30444
	6	204	212	225	116	13	10	0.0102	0.0106	0.0113	1.4	0.010683333	0.88	823712.95	12.069966	66250.50145
0.75%	1	176	192	230	116	13.2	11.5	0.0068	0.0096	0.0115	1.6	0.009366667	1.34	1344481.6	13.793103	91474.91633
	2	243	222	179	115	13.1	11.5	0.0122	0.0111	0.009	1.6	0.010733333	1.32	1229813.7	13.910043	86392.85744
	3	188	203	245	114	13	10.5	0.0094	0.0102	0.0123	1.6	0.01036	1.31	1235849.1	14.035088	88054.24528
	4	162	161	164	117	13.7	15	0.0076	0.0081	0.0077	2	0.007783333	1.05	1349006.4	17.094017	78918.62955
	5	149	159	158	114	13.2	12.5	0.0074	0.0075	0.0079	1.8	0.007583333	0.96	1292307.7	15.789474	81946.15365
	6	157	168	169	115	13.5	12.5	0.0079	0.0084	0.008	2	0.008666667	1.06	1314049.6	17.391304	75557.85124
1%	1	194	159	146	117	13.5	13	0.0097	0.008	0.0073	1.8	0.008316667	0.88	105816.2	15.384615	68777.55511
	2	175	215	222	114	13.1	11.5	0.0088	0.0108	0.0111	1.7	0.0102	0.84	823529.41	14.912281	55224.91949
	3	228	251	277	114	13.3	13	0.0114	0.0126	0.0139	1.9	0.0126	1.05	833333.33	16.666667	50000
	4	252	300	292	116	13.7	14	0.0126	0.015	0.0146	2.1	0.014666667	0.57	405213.27	18.103448	22383.20327
	5	202	204	202	12	14.4	23	0.0101	0.0102	0.0101	2.4	0.010333333	1.08	1065789.5	20	53288.47968
	6	241	258	263	117	13.2	12	0.0121	0.0129	0.0132	1.5	0.0127	0.78	614173.23	12.820513	47905.5181
1.25%	1	380	330	310	118	13.6	11	0.019	0.0165	0.0155	1.8	0.017	0.82	482352.94	15.254237	38620.91503
	2	290	331	349	116	13.8	15	0.0145	0.0166	0.0175	2.2	0.016166667	0.93	576257.73	18.965517	30331.77152
	3	272	265	270	117	13.8	14	0.0136	0.0133	0.0135	2.1	0.01345	0.69	513011.15	17.948718	26582.04992
	4	379	374	372	116	13.2	10.5	0.019	0.0187	0.0186	1.6	0.01875	0.85	453333.33	13.793103	32866.66667
	5	268	251	251	114	12.9	9	0.0129	0.0126	0.0126	1.5	0.012666667	0.67	528947.37	13.157895	40200
	6	475	490	521	117	13.6	13	0.0238	0.0245	0.0261	1.9	0.024766667	1.06	427394.62	16.233916	26355.45758

Lampiran 3

Data Uji Tarik Sorbitol

sorbitol	SAMPOL	TBB (µm)			batas awal	batas akhir	waktu	taraikan			panjang (cm)	luas (cm²)	gaya	tegangan	regangan	modulus young
		1	2	3				1	2	3						
0,50%	1	165	161	147	11,2	13,3	11	0,0093	0,0061	0,0074	1,1	0,007833333	182	2300666,1	18,75	12128,564
	2	197	166	237	11,7	13,4	12,5	0,0099	0,0093	0,0119	2,7	0,010786667	156	8938638,4	14,529316	130755,874
	3	149	166	189	11,6	12,5	7	0,0075	0,0093	0,0095	0,9	0,008733333	165	1889313	7,596207	24351450,4
	4	224	251	268	11,6	13,2	11,5	0,0112	0,0126	0,0134	1,6	0,012383333	169	1536962,2	13,193703	98358,00808
	5	221	234	228	11,4	13,9	16,5	0,0111	0,0117	0,0114	2,5	0,011583333	162	9588028,7	21,929625	72906,98693
	6	197	228	213	11,6	13,5	12	0,0099	0,0114	0,0107	1,9	0,010633333	195	1457690,3	16,37931	88296,26531
0,75%	1	324	369	328	11,6	14,7	20	0,0162	0,0185	0,0164	3,1	0,017076667	157	322624,88	26,124138	34524,02768
	2	322	321	258	11,5	14,4	19	0,0161	0,0161	0,0129	2,9	0,015076667	162	1078801,3	25,217391	42780,05281
	3	264	368	395	11,6	13,8	15	0,0132	0,0184	0,0198	2,2	0,017186667	171	999026,29	18,965517	52675,33166
	4	207	224	235	11,5	13,2	13	0,0104	0,0112	0,0118	1,7	0,0111	3,24	2398918,9	14,782803	87456,2798
	5	247	262	202	11,2	12,5	10	0,0124	0,0131	0,0101	1,3	0,01185	3,53	2378903	11,607143	259643,9468
	6	188	216	250	11,5	12,6	8	0,0094	0,0106	0,0125	1,1	0,0109	4,65	4266055	9,5862174	445996,6039
1%	1	247	208	203	11,9	13,8	13	0,0124	0,0104	0,0102	1,9	0,010366667	149	3058862,6	15,966307	85095,84177
	2	140	173	173	11,6	13,5	14	0,0107	0,0107	0,0087	1,9	0,010755	132	1748344,4	16,37931	1067410247
	3	179	191	204	11,7	14,2	15,5	0,0109	0,0096	0,0102	2,5	0,010956667	1	1045296,2	21,973521	48919,86053
	4	226	215	190	11,6	13,2	15,3	0,0113	0,0106	0,0095	1,6	0,010576667	163	843920,6	13,793703	112361,2552
	5	222	226	227	11,5	13,2	13	0,0106	0,0113	0,0114	1,7	0,011033333	176	5617869,9	14,782803	107421,4949
	6	176	199	219	11,5	13,3	15	0,0088	0,01	0,0114	1,8	0,0109	2,07	893082,6	15,625714	12103,2752
1,25%	1	255	317	319	11,8	15	22	0,0146	0,0159	0,016	3,2	0,015576667	0,74	476306,55	27,118644	17565,52911
	2	148	143	137	11,6	14,6	13	0,0114	0,0112	0,0089	3	0,010733333	0,94	131757	25,682093	50953,27103
	3	182	168	150	11,4	15,4	27	0,0106	0,0084	0,0075	2,3	0,01085	0,96	129411,8	35,087719	32788,23529
	4	393	438	362	11,3	13,6	15,5	0,0107	0,0129	0,0116	4	0,011976667	1,16	598334,74	20,853982	28205,14166
	5	397	418	385	11,4	14,7	21,5	0,0109	0,0103	0,0183	3,3	0,011966667	1,2	61783,49	20,947380	21078,50243
	6	356	357	413	11,5	14,5	21	0,0118	0,0179	0,0207	3	0,011996667	1,28	622060,39	26,08857	25455,64831

Data Pengamatan Uji Ketahanan Udara



Hari 0



Hari 8



Hari 2



Hari 10



Hari 4



Hari 12



Hari 6



Hari 14

Data Pengamatan Uji Ketahanan Udara



Hari 16



Hari 18



Hari 20



Hari 22



Hari 24



Hari 26



Hari 28



Hari 30



Hari 32



Hari 34



Hari 36



Hari 38

Data Pengamatan Uji Ketahanan Udara



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 40



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 48



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 42



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 50



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 44



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 52



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 60



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 46



Waktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Hari 54



Lampiran 5 Dokumentasi uji biodegradable



Sampel sebelum pengujian



Hari 1



Hari 2



Hari 3



Hari 4

Dokumentasi setelah pengujian

## Lampiran 6 Pengolahan Data Persen Pemanjangan

Pengolahan data persen pemanjangan di dekati dengan persamaan sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = elongasi (%)

$\Delta L$  =  $(L - L_0)$  penambahan panjang (mm)

$L_0$  = panjang mula-mula (mm)

Pengukuran ralat persen pemanjangan mempergunakan pendekatan persamaan sebagai berikut

$$\Delta\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n(n-1)}}$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = elongasi (%)

$\bar{\varepsilon}$  = elongasi rata-rata (%)

$n$  = jumlah sampel

$\Delta\varepsilon$  = nilai ralat persen pemanjangan (%)

## Lampiran 7 Pengolahan Data Kuat Tarik

Pengolahan data kuat tarik di dekati dengan persamaan sebagai berikut

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A}$$

Keterangan:

$\sigma$  = kuat tarik ( $N/m^2$ )

$F_{max}$  = gaya maksimum yang diterima (N)

$A$  = luas penampang ( $m^2$ )

Pengukuran ralat kuat tarik mempergunakan pendekatan persamaan sebagai berikut

$$\Delta\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{n(n-1)}}$$

Keterangan:

$\sigma$  = kuat tarik ( $N/m^2$ )

$\bar{\sigma}$  = kuat tarik rata-rata (%)

$n$  = jumlah sampel

$\Delta\sigma$  = nilai ralat kuat tarik (%)

## Lampiran 8 Pengolahan Data Modulus Young

Pengolahan data Modulus Young di dekati dengan persamaan sebagai berikut

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

$E$  = Modulus young ( $N/m^2$ )

$\sigma$  = kuat tarik ( $N/m^2$ )

$\varepsilon$  = elongasi (%)

Pengukuran ralat Modulus Young mempergunakan pendekatan persamaan sebagai berikut

$$\Delta E = \frac{\delta E}{\delta \sigma} \Delta \sigma + \frac{\delta E}{\delta A} \Delta A + \frac{\delta E}{\delta \Delta L} \Delta(\Delta L)$$

Keterangan:

$\Delta \sigma$  = nilai ralat kuat tarik (%)

$\Delta A$  = nilai ralat luas penampang (%)

$\Delta L$  = nilai ralat selisih panjang (%)

$\Delta E$  = nilai ralat modulus young (%)