

**BIODEGRADABLE PLASTIC PATI UMBUT BATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) DENGAN PENAMBAHAN ALGINAT DAN KITOSAN KULIT UDANG**

*Biodegradable Plastic Breast Path Starch Of Oil Palm Tree (*Elaeis guineensis*) With Alginat And Chitosan Of Shrimp Skin*

**Muhammad Irfan Kodil<sup>1</sup>, Ngatirah<sup>2</sup>, Meidi Syaflan<sup>3</sup>**

Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi terbaik pembuatan *biodegradable plastic* pati umbut kelapa sawit dan pengaruh perbandingan pati dan alginat serta persentase penambahan larutan kitosan terhadap *biodegradable plastic* yang dihasilkan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan dua factorial dengan dua kali ulangan yaitu perbandingan penggunaan Pati umbut batang kelapa sawit dan Alginat (A) dengan taraf faktor A1 (1 : 1,5), A2 (2 : 1,5) dan taraf faktor A3 (1 : 2,5) dan persentase penambahan larutan Kitosan konsentrasi 2% (B) dengan taraf faktor B1 (1%), B2 (2%) dan taraf faktor B3 (3%). Analisa kualitas dari *Biodegradable Plastic* menggunakan parameter uji kuat tarik (*tensile strenght*), perpanjangan putus (*elongasi*), ketebalan serta laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan penambahan pati dan alginat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai parameter uji kuat tarik (*tensile strenght*) dan perpanjangan putus (*elongasi*) dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan, sementara persentase penambahan larutan kitosan tidak berpengaruh atau tidak berpengaruh secara signifikan terhadap parameter uji kuat tarik (*tensile strenght*) dan perpanjangan putus (*elongasi*) dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Perbandingan penambahan pati dan alginat, persentase penambahan larutan kitosan serta interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap nilai parameter uji laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate*) dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Hasil *biodegradable plastic* dengan nilai parameter uji terbaik yang sesuai dengan SNI terdapat pada perbandingan pati alginat 1:2,5 dan persentase penambahan larutan kitosan konsentrasi 2% sebanyak 3% laju transmisi uap air sebesar  $3555 \times 10^{-8}$  gr.cm/cm<sup>2</sup>.jam, nilai kuat tarik sebesar 0.94 MPa, nilai perpanjangan putus sebesar 31.58% dan nilai ketebalan sebesar 0.29 mm.

**Kata Kunci :** *Pati umbut batang kelapa sawit, alginat, kitosan, biodegradable plastic*

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER Yogyakarta

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER Yogyakarta

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER Yogyakarta

## A. Latar Belakang

Cemaran sampah plastic menjadi momok tersendiri bagi Negara Indonesia yang menjadikan negara kita sebagai penyumbang cemaran sampah plastic ke 2 terbesar didunia. berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastikdi Indonesia mencapai 64 juta ton/ tahun, dimana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Tidak hanya itu, kantong plastik yang terbang ke lingkungan (daratan) sekitar 10 miliar lembar per tahun atau 85.000 ton kantong plastik.

Plastik merupakan polimer sintesis dari minyak bumi atau petrokimia yang memiliki bobot molekul besar, jumlah cincin aromatik tinggi, dan ikatan-ikatan yang kompleks (Kim dan Rhee, 2003 dalam Syamsu *et al.*, 2008) sehingga sulit terurai secara biologis oleh bakteri dan mikroba. Hal ini karena bakteri dan mikroba tidak memiliki enzim yang mampu mendegradasi polimer dari bahan minyak bumi (Chandra dan Rustgi., 1998). Berdasarkan hal tersebut, kemasan plastik tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara luas sehingga dibutuhkan bahan baku kemasan plastik yang bersifat mudah terurai (organik), tersedia di alam dalam jumlah besar, dan murah tetapi mampu menghasilkan kemasan dengan kekuatan yang sama dari kemasan plastik yang ada saat ini (Darni *et al.*, 2009).

Indonesia merupakan negara dengan luasan lahan perkebunan terbesar

didunia dengan catatan luas areal perkebunan Indonesia mencapai 12,3 juta Ha menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia.

Dalam perkembangannya, terdapat beberapa penelitian yang mengkaji tentang pemanfaatan limbah batang kelapa sawit menjadi produk luaran baru, salah satu produk dari limbah batang kelapa sawit ini adalah pati umbut batang kelapa sawit yang karakteristiknya menyamai tepung pati dari produk hasil pertanian yang sama-sama menghasilkan pati yang merupakan salah satu bahan baku pembuatan Biodegradable Film. Biodegradable film dapat memiliki tingkat kekuatan yang relatif sama dengan plastic sintetik (Vroman dan Tighzert, 2009). Selain itu, penggunaan biodegradable film pada bahan pengemas dapat memberikan perlindungan terhadap kualitas produk dengan baik dan memperpanjang masa simpan, juga dapat digunakan sebagai bahan pengemas yang ramah lingkungan (Mindarwati, 2006). Biodegradable film dapat terbuat dari polisakarida yang berasal dari tumbuhan seperti selulosa, pati, dan agar-agar.

Alginat merupakan polisakarida alami yang bersifat kental dan larut dalam air. Kondisi sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bioplastik. Polisakarida pada Alginat memiliki keunggulan yaitu dapat meningkatkan viskositas. Alginat memiliki sifat-sifat utama, diantaranya adalah kemampuan untuk larut dalam air dan meningkatkan viskositas larutan, kemampuan untuk

membentuk *gel* dan kemampuan untuk membentuk *film* (natrium atau kalsium alginat) dan dan serat alginat (Wandrey, 2004 Dalam : Helmi, 2012). Variasi dalam taraf faktor dilakukan untuk menentukan komposisi terbaik dalam pencampuran alginat untuk menghasilkan *biodegradable plastic* yang baik berdasarkan parameter yang sudah ditentukan.

Kitosan digunakan sebagai bahan penyangga *Biodegradable Plastic* untuk mencegah mikroorganisme perusak yang dapat menyebabkan turunnya kualitas produk plastik yang dihasilkan, seperti jamur dan kapang. Penambahan kitosan dimaksudkan untuk memperkokoh struktur produk *Biodegradable Plastic* yang dihasilkan juga sebagai pengontrol *water vapor transmission rate (WVTR)* pada produk yang dihasilkan agar kualitas plastik terjaga dengan baik.

Secara umum karakter mekanik yang penting dari sebuah plastik *biodegradable* yang dapat digunakan sebagai ukuran penentuan kualitas plastik tersebut adalah kuat tarik dan persen perpanjangan (Purwanti, 2010 Dalam : Eni, 2013). Variasi persen penambahan larutan kitosan dimaksudkan untuk menentukan komposisi penambahan larutan kitosan yang paling tepat yang menghasilkan produk *biodegradable plastic* yang baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan perbandingan pati dan alginat serta persentase penambahan larutan kitosan 2% terhadap produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan serta menentukan komposisi terbaik dari penambahan perbandingan pati dan

alginat serta persentase penambahan larutan kitosan 2% terhadap produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta dan dilaksanakan dalam kurun waktu 3 bulan terhitung bulan Maret 2018 s/d Mei 2018.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya tepung umbut batang kelapa sawit, alginat, kitosan, gliserol, asam asetat 2% dan aquadest. Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah gelas beker 500 ml, gelas beker 50 ml, Gelas beker 1000 ml, kertas saring, pipet ukur, batang pengaduk, thermometer, *magnetic stirrer*, oven, *ball pipet* dan ayakan *tyller*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan pola faktorial dengan 2 kali ulangan. Penelitian ini menggunakan dua faktor dan masing-masing 3 taraf faktor yaitu :

Faktor I : Perbandingan penggunaan Pati umbut batang kelapa sawit dan Alginat (A) (per 100 ml aquadest) :

$$A_1 = 1 : 1$$

$$A_2 = 2 : 1$$

$$A_3 = 1 : 2$$

Faktor II : Penambahan larutan Kitosan konsentrasi 2% (B) dalam (%):

$$B_1 = 1\% (v/v)$$

$$B_2 = 2\% (v/v)$$

$$B_3 = 3\% (v/v)$$

### **A. Pembuatan Pati Umbut Batang Kelapa Sawit**

Pembuatan pati umbut batang kelapa sawit dilakukan dengan cara menimbang tepung umbut batang kelapa sawit sebanyak 500 gr, kemudian dimasukkan kedalam gelas beker 1000 ml dengan ditambahkan aquades sebanyak 1000 ml dan dilakukan perendaman selama 10-12 jam, selanjutnya endapan disaring dan difiltrasi menggunakan kertas saring dan diendapkan kembali menggunakan 1000 ml aquadest selama 12 jam sehingga didapatkan endapan basah pati umbut batang kelapa sawit. Endapan basah kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu sekitar 60°C selama 6-8 jam, lalu didapatkan pati umbut batang kelapa sawit.

### **B. Pembuatan Larutan Kitosan Konsentrasi 2%**

Pembuatan larutan Kitosan konsentrasi 2% diawali dengan penyiapan Kitosan sebanyak 1 gram yang kemudian dimasukkan kedalam gelas beker 500 ml dan ditambahkan 50 ml (v/v) asam asetat 2% lalu panaskan dengan menggunakan *hot plate* dan aduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Pengadukan larutan dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 45 menit pada suhu 70°C-80°C sampai terbentuk larutan homogen dan membentuk larutan kental jernih kekuningan (Dyah, 2013).

### **C. Pembuatan *Biodegradable Plastic***

Pembuatan *biodegradable plastic* dilakukan dengan cara menimbang pati dan alginate sesuai perbandingan (A1= 1:1,5, A2= 2:1,5, A3= 1:2,5) dan tempatkan kedalam wadah *cup* kecil yang sudah disiapkan, kemudian memasukkan 100 ml aquadest kedalam gelas beker 500 ml dan panaskan serta hidupkan pemanas pada *magnetic stirrer* untuk memanaskan aquadest selama kurang lebih 3 menit, kemudian masukkan campuran pati dan alginate kedalam pelarut aquadest sambil hidupkan pengaduk otomatis *magnetic stirrer*. Selanjutnya, tambahkan larutan Kitosan konsentrasi 2% dengan konsentrasi B1= 1%, B2= 2% dan B3= 3% kedalam larutan pati dan alginate dan tambahkan 7 ml gliserol setelahnya, pengadukan dilakukan secara otomatis oleh *magnetic stirrer* yang dilakukan selama 45-50 menit dengan suhu sekitar 70°C-80°C yang dikontrol menggunakan thermometer sampai larutan mengental, setelah itu tuang larutan *biodegradable plastic* kedalam cetakan dan diamkan selama 3 menit lalu keringkan menggunakan oven untuk menurunkan kadar airnya selama 10-12 jam dengan suhu sekitar 60°C-70°C lalu angkat cetakan dan ambil lembaran *biodegradable plastic*, kemudian dilakukan analisis :Uji Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*), *Water Vapor Transmission Rate (WVTR)* (*Universal Testing Machine*), Uji Perpanjangan Putus (*Elongation*)

(*Universal Testing Machine*) dan uji Ketebalan(*Universal Testing Machine*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi pati umbut batang kelapa sawit dari 500 gram tepung pati umbut batang kelapa sawit didapatkan pati umbut batang kelapa sawit sebanyak 100 gram (20%).

*Biodegradable Plastic* pati batang kelapa sawit dengan penambahan alginat dan kitosan kulit udang dalam

penelitian ini menggunakan *plastilizer gliserol* dengan konsentrasi yang disetarakan yaitu sebesar 7 ml (v/v) dengan konsentrasi pelarut berupa *aquadest* sebesar 100 ml pelarut.

*Biodegradable plastic* yang dihasilkan dalam penelitian ini selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik mekanis dengan beberapa tahapan analisa dengan parameter uji meliputi ketebalan, kuat tarik (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongasi*) dan laju transmisi uap air (*water vapor tranmission rate*).

### A. Laju Transmisi Uap Air (*Water Vapor Transmition Rate*)

Tabel 1. Analisa Laju Transmisi Uap Air (*Water Vapor Transmition Rate*)

	Larutan Kitosan Konsentrasi 2%			Rerata
	B1 (Kitosan 1%)	B2 (Kitosan 2%)	B3 (Kitosan 3%)	
A1 Pati:Alginat (1 : 1,5)	452x10 <sup>-7h</sup>	425 x10 <sup>-7j</sup>	4085 x10 <sup>-7l</sup>	4285 x10 <sup>-8a</sup>
A2 Pati:Alginat (2 : 1,5)	529x10 <sup>-7g</sup>	4255 x10 <sup>-8i</sup>	39 x10 <sup>-6m</sup>	4481 x10 <sup>-8b</sup>
A3 Pati:Alginat (1 : 2,5)	4245 x10 <sup>-8k</sup>	37 x10 <sup>-6n</sup>	3555 x10 <sup>-8o</sup>	3833 x10 <sup>-8c</sup>
Rerata	4685 x10 <sup>-8d</sup>	4068 x10 <sup>-8e</sup>	3846 x10 <sup>-8f</sup>	

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom antar baris yang mana menunjukkan adanya beda sangat nyata berdasarkan uji jarak berganda duncan pada jenjang nyata 5%.

Perbandingan pencampuran pati dan alginat sangat berpengaruh nyata terhadap nilai laju transmisi uap air dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Nilai laju transmisi yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan jumlah penambahan pati yang meningkat, hal ini disebabkan karena pati merupakan senyawa yang memiliki sifat yaitu sama cenderung untuk mengikat molekul air dikarenakan struktur molekulnya yang banyak mengandung gugus OH yang mampu mengikat molekul air.

Hasil penelitian pada perbandingan penambahan pati dan alginat sebesar 1:2,5 menunjukkan nilai rerata laju transmisi uap air 3833 x10<sup>-8</sup>

gr.cm/cm<sup>2</sup>.jam yang merupakan nilai laju transmisi uap air yang paling kecil, hal ini disebabkan oleh *biodegradable plastic* yang terbentuk memiliki struktur yang lebih rapat dikarenakan alginat yang dapat menyusup diantara molekul-molekul pati sehingga ikatan antarmolekul yang tercipta dengan baik sehingga ikatan hidrogen dalam *biodegradable plastic* yang dihasilkan sangat baik dalam menghambat laju transmisi uap air, alginat murni yang tercampur sempurna dan sedikitnya penambahan pati menjadikan produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan lebih solid dan rapat. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kerapatan yang tinggi akan mempersulit

uap air menembus dinding *biodegradable plastic* dan membuat nilai laju transmisi uap air akan menjadi lebih rendah dan menjadikan daya simpan terhadap produk akan menjadi lebih baik (Suparno, 1993).

Persentase penambahan larutan kitosan sangat berpengaruh nyata terhadap nilai laju transmisi uap air dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Nilai laju transmisi yang dihasilkan semakin kecil seiring dengan jumlah persentase penambahan larutan kitosan yang diberikan hal ini disebabkan karena pada dasarnya kitosan merupakan senyawa atau bahan kimia yang bersifat tidak larut dalam air sehingga pelarutan kitosan kedalam pencampuran pembuatan *biodegradable plastic* dalam penelitian ini harus terlebih dahulu dilarutkan menggunakan asam asetat 2% sebagai pengantar untuk menurunkan kehidrofobikan kitosan terhadap air sehingga dapat ikut larut dan berikatan dengan molekul pati dan alginate sebagai pembentuk dasar dari produk dalam penelitian ini. Kitosan merupakan senyawa yang larut dalam asam dengan keunikannya membentuk *gel* yang stabil dan mempunyai muatan dwi kutub, yaitu muatan negative pada gugus karboksilat dan muatan positif pada gugus NH, kitosan lebih mudah larut dalam asam asetat 1-2% (Fessenden dan Tessenden, 1995).

Hasil penelitian pada persentase penambahan larutan kitosan 2% sebanyak 3% mempunyai nilai laju transmisi uap air yang paling kecil yaitu sebesar  $3846 \times 10^{-8} \text{ gr.cm/cm}^2.\text{jam}$ , dikarenakan penambahan larutan kitosan 2% yang lebih banyak dan hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin

banyak konsentrasi kitosan/larutan kitosan yang ditambahkan maka nilai laju transmisi uap air akan semakin kecil yang sesuai dengan sifat kitosan sendiri yang bersifat hidrofobik dan tidak larut didalam pelarut air sehingga jika disuspensikan kepada suatu larutan yang menghasilkan produk tertentu akan menaikkan nilai resistensi produk tersebut terhadap air, hal ini sesuai dengan teori yang sudah dipaparkan sebelumnya bahwa sifat hidrofobik/ketidaklarutan kitosan dalam pelarut air menjadikan nilai laju transmisi uap air semakin kecil seiring dengan banyaknya penambahan larutan kitosan 2% kedalam campuran larutan *biodegradable plastic*.

Dalam penelitian ini terdapat interaksi antara perbandingan pencampuran pati dan alginate dengan persentase penambahan larutan kitosan sangat berpengaruh nyata terhadap nilai laju transmisi uap air dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Hasil ini sama hanya dengan dua faktor sebelumnya yang sudah dijelaskan dan pada faktor AxB ini akan dilihat berapa besaran nilai yang dihasilkan dari interaksi antara dua faktor sebelumnya terhadap nilai laju transmisi uap air dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan nilai interaksi terkecil untuk laju transmisi uap air dalam hal ini terjadi pada sampel urutan eksperimental dengan kode A3B3 yang merupakan interaksi antara pencampuran perbandingan pati dan alginate sebesar 1:2,5 dan penambahan larutan kitosan 2% sebesar 3%, dua nilai ini merupakan nilai dengan nilai laju transmisi uap air yang paling kecil seiring dengan semakin

banyaknya larutan kitosan 2% yang ditambahkan maka nilai laju transmisi uap air akan semakin kecil dan sesuai dengan teori pendukungnya dimana pada faktor A semakin rapat partikel antarmolekul maka nilai laju transmisi uap air akan semakin kecil dan pada

faktor B dimana semakin banyak penambahan larutan kitosan 2% maka nilai laju transmisi uap air akan semakin kecil karena sifat dari larutan kitosan yang tidak larut dalam pelarut air/hidrofobik.

## B. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Tabel 2. Analisa Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

	Larutan Kitosan Konsentrasi 2%			Rerata
	B1 (Kitosan 1%)	B2 (Kitosan 2%)	B3 (Kitosan 3%)	
A1Pati:Alginat (1:1,5)	0.33	0.33	0.35	0.34 <sup>a</sup>
A2Pati:Alginat ( 2:1,5)	0.56	0.67	0.67	0.63 <sup>b</sup>
A3 Pati:Alginat (1:2,5)	0.94	0.74	0.94	0.87 <sup>c</sup>
Rerata	0.61	0.58	0.65	

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom antar baris yang mana menunjukkan adanya beda sangat nyata berdasarkan uji jarak berganda duncan pada jenjang nyata 5%.

Hasil penelitian dengan perbandingan penambahan pati dan alginate sebesar 1 :2,5 memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,87 Mpa yang merupakan nilai kuat tarik terbesar yang disebabkan oleh penambahan pati dan alginate yang paling besar sehingga ikatan hydrogen dan ikatan antar molekul yang terjadi lebih banyak sehingga *biodegradable plastic* yang dihasilkan memiliki nilai kuat tarik yang besar, dapat dilihat dari Tabel 6, bahwa semakin banyak penambahan perbandingan baik pati dan alginate dalam perlakuan maka nilai kuat tarik dari produk *biodegradable plastic* akan semakin meningkat, hal ini sesuai dengan teori bahwa nilai kekuatan tarik bioplastik akan berbanding lurus dengan nilai bobot jenisnya (Fuenmayor et al. 2013 ) dan didukung oleh teori pada penelitian sebelumnya yaitu oleh Lazuardi (2013) yang mengatakan bahwa sifat mekanik dipengaruhi oleh

besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun plastik yang digunakan. Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu plastik adalah affinitas antara tiap komponen penyusunya. Affinitas adalah suatu kemampuan atom-atom molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan, dengan adanya peningkatan affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul.

Persentase penambahan larutan kitosan dalam penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai kuat tarik yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh jumlah penambahan kitosan yang sangat kecil, larutan kitosan dengan konsentrasi larutan 2% yang ditambahkan hanya mengandung 0,02 g/ml kitosan sehingga tidak mampu mempengaruhi nilai kuat tarik. Kitosan memiliki sifat reaktivitas kimia yang tinggi yang menyebabkan kitosan mampu mengikat air dan minyak, hal

ini didukung dengan adanya gugus polar dan non polar yang dikandungnya. Karena kemampuan tersebut, kitosan dapat digunakan sebagai bahan pengental atau pembentuk *gel* yang sangat baik. Kitosan memiliki sifat *biodegradable* dan *biocompatible* dan tidak toksik telah lama digunakan sebagai bahan *biopolymer* dan bahan alami untuk *pharmaceutical*, *medical*, pembungkus kertas dan industry pengolahan pangan (Sanford, 1989).

Hal kedua yang berkemungkinan menjadi penyebabnya adalah larutan yang digunakan memiliki konsentrasi penggunaan yang kecil atau sedikit sehingga dampak dalam mempengaruhi nilai kuat tarik pada produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan sangat kecil bahkan tidak terdeteksi dalam perhitungan secara statistik. Perbandingan penggunaan kitosan

dalam pembuatan *biodegradable plastic* atau *film* dengan penelitian oleh peneliti lain sangat jauh berbeda, seperti pada penelitian serupa oleh Utomo (2013) dengan penggunaan bubuk kitosan sebanyak 10% dari total larutan, Firdaus (2008) dengan produk penelitian serupa yang menambahkan kitosan sebanyak 10 ml dari total larutan, lalu ada Murni (2013) dengan penelitian pada produk serupa yang menggunakan bubuk kitosan sebagai pencampuran sampel sebanyak 3 gram, ada Lazuardi (2013) dengan produk serupa dengan penambahan 1 gram bubuk kitosan per sampel uji dan beberapa penelitian lain dengan produk serupa yang kebanyakan menggunakan bubuk kitosan dengan persen gram secara langsung bukan dengan persen larutan gram kitosan dalam larutan.

**C. Perpanjangan Putus (*Elongasi*)**

Tabel 3. Analisa Perpanjangan Putus (*Elongasi*)

	Larutan Kitosan Konsentrasi 2%			Rerata
	B1 (Kitosan 1%)	B2 (Kitosan 2%)	B3 (Kitosan 3%)	
A1Pati:Alginat (1:1,5)	34.61	34.54	33.28	34.14 <sup>a</sup>
A2 Pati:Alginat (2:1,5)	26.32	24.54	24.30	25.05 <sup>b</sup>
A3 Pati:Alginat (1:2,5)	30.37	32.55	31.58	31.50 <sup>a</sup>
Rerata	30.43	30.54	29.72	

*Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom antar baris yang mana menunjukkan adanya beda sangat nyata berdasarkan uji jarak berganda duncan pada jenjang nyata 5%.*

Perpanjangan putus sebenarnya dipengaruhi oleh konsentrasi pemlastis yang ditambahkan, namun dalam penelitian ini konsentrasi pemlastis tidak menjadi faktor yang diamati, dalam penelitian ini faktor yang berperan banyak dalam mempengaruhi nilai perpanjangan putus adalah bahan utama yang dapat membentuk ikatan molekul dan menghasilkan ikatan antar

molekul yang solid (larutan dengan viskositas yang tinggi) yaitu bahan utama yang digunakan berupa pati dan alginate.

*Biodegradable plastic* dengan penambahan pati dan alginate sebesar 1:1,5 menunjukkan nilai perpanjangan putus sebesar 34.14% yang merupakan nilai perpanjangan putus terbesar yang menciptakan *biodegradable plastic*



dengan ikatan molekuler yang solid dan dibantu dengan pemlastis yang ditambahkan menjadikan produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan lebih elastis, hal ini sesuai dengan teori bahwa persen pemanjangan sangat dipengaruhi oleh jumlah pemlastis yang ditambahkan ke dalam komposisi *biodegradable plastic* (Kemala 2010). Pada *biodegradable plastic*, semakin tinggi nilai persen pemanjangan maka akan semakin plastis, sebaliknya semakin rendah akan bersifat rapuh (Theresia, 2003).

Persentase penambahan larutan kitosan dalam penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai perpanjangan putus yang dihasilkan hal ini disebabkan oleh jumlah penambahan kitosan yang sangat kecil, larutan kitosan dengan konsentrasi larutan 2% yang ditambahkan hanya mengandung 0,02 g/ml kitosan sehingga tidak mampu mempengaruhi nilai perpanjangan putus

pada produk *biodegradable plastic*. Perbandingan penggunaan kitosan dalam pembuatan *biodegradable plastic* atau *film* dengan penelitian oleh peneliti lain sangat jauh berbeda, seperti pada penelitian serupa oleh Utomo (2013) dengan penggunaan bubuk kitosan sebanyak 10% dari total larutan, Firdaus (2008) dengan produk penelitian serupa yang menambahkan kitosan sebanyak 10 ml dari total larutan, lalu ada Murni (2013) dengan penelitian pada produk serupa yang menggunakan bubuk kitosan sebagai pencampuran sampel sebanyak 3 gram, ada Lazuardi (2013) dengan produk serupa dengan penambahan 1 gram bubuk kitosan per sampel uji dan beberapa penelitian lain dengan produk serupa yang kebanyakan menggunakan bubuk kitosan dengan persen gram secara langsung bukan dengan persen larutan gram kitosan dalam larutan.

#### D. Ketebalan

Tabel 4. Analisa Ketebalan

No	Sumber Keragaman	db	JK	RK	Fh	Ft	
						5%	1%
1	Perlakuan	8	0.005114361	0.000639295	1.234197728	3.44	6.03
	A	2	0.002247194	0.001123597	2.169172038 <sup>tn</sup>	4.46	8.56
	B	2	0.000745194	0.000372597	0.719321354 <sup>tn</sup>	4.46	8.56
2	AxB	4	0.002121972	0.000530493	1.02414876 <sup>tn</sup>	3.84	7.01
3	Blok	1	4.01389E-06	4.01389E-06	0.007749054		
4	Error	8	0.004143875	0.000517984			

Keterangan :<sup>tn</sup>)tidak berpengaruh nyata

Tabel 5. Nilai Rerata Ketebalan

	Larutan Kitosan Konsentrasi 2%			Rerata
	B1 (Kitosan 1%)	B2 (Kitosan 2%)	B3 (Kiotsan 3%)	
A1 Pati:Alginat (1:1,5)	0.29	0.31	0.28	0.29
A2 Pati:Alginat (2:1,5)	0.34	0.30	0.30	0.32
A3 Pati:Alginat (1:2,5)	0.29	0.29	0.29	0.29
Rerata	0.31	0.30	0.29	

Perbandingan penambahan pati dan alginat secara berurutan sebesar 1:1,5 dan 1:2,5 menghasilkan nilai ketebalan sebesar 0.29 mm, terjadi kenaikan nilai ketebalan pada perbandingan pati dan alginat 2:1,5 dimana nilai ketebalan naik menjadi 0.32 mm, hal ini disebabkan oleh banyaknya penambahan pati dan pati yang digunakan tidak murni sehingga tidak terlarut sempurna menyebabkan beberapa partikel yang tidak larut menyebar dipermukaan larutan dan menambah nilai ketebalan pada *biodegradable plastic* yang dihasilkan dan juga disebabkan karena perbedaan bobot molekul yang sangat besar pada pati dengan bobot molekul sebesar 1.000.000 – 10.000.000 dibandingkan dengan bobot molekul alginat yaitu sebesar 350.000 – 1.500.000 (Rasyid, 2005), besarnya bobot molekul pati menghasilkan lapisan *biodegradable plastic* yang lebih tebal atau mengalami kenaikan nilai ketebalan dibandingkan dengan faktor perbandingan lain yang menggunakan lebih sedikit pati dalam perbandingannya dan hal ini kemudian menjadikan produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan dari perbandingan pati dan alginat sebesar 2:1,5 mengalami kenaikan nilai ketebalan menjadi 0,32 mm dari rerata

ketebalan pada faktor lainnya sebesar 0,29 mm, namun perbedaan nilai atau kenaikan nilai ketebalan ini tidak terlalu signifikan sehingga tidak berpengaruh secara perhitungan statistic yang dilakukan pada analisa nilai ketebalan produk *biodegradable plastic* yang dibuat sehingga pada perhitungan keragaman nilai ketebalan *biodegradable plastic* didapatkan hasil bahwa perbandingan pati dan alginat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai ketebalan *biodegradable plastic* yang dihasilkan.

Persentase penambahan larutan kitosan dalam penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai perpanjangan putus yang dihasilkan hal ini disebabkan oleh jumlah penambahan kitosan yang sangat kecil, larutan kitosan dengan konsentrasi larutan 2% yang ditambahkan hanya mengandung 0,02 g/ml kitosan sehingga tidak mampu mempengaruhi nilai perpanjangan putus pada produk *biodegradable plastic*. Perbandingan penggunaan kitosan dalam pembuatan *biodegradable plastic* atau *film* dengan penelitian oleh peneliti lain sangat jauh berbeda, seperti pada penelitian serupa oleh Utomo (2013) dengan penggunaan bubuk kitosan sebanyak 10% dari total larutan, Firdaus (2008)

dengan produk penelitian serupa yang menambahkan kitosan sebanyak 10 ml dari total larutan, lalu ada Murni (2013) dengan penelitian pada produk serupa yang menggunakan bubuk kitosan sebagai pencampuran sampel sebanyak 3 gram, ada Lazuardi (2013) dengan produk serupa dengan penambahan 1 gram bubuk kitosan per sampel uji dan beberapa penelitian lain dengan produk serupa yang kebanyakan menggunakan bubuk kitosan dengan persen gram secara langsung bukan dengan persen larutan gram kitosan dalam larutan, sedangkan dalam penelitian ini digunakan persentase larutan kitosan konsentrasi 2% yang ditambahkan terbilang sangat sedikit dibandingkan dengan penggunaan kitosan pada penelitian lain dengan produk hasil yang serupa yang menyebabkan penambahan larutan kitosan dalam penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap nilai ketebalan produk yang dihasilkan.

Tabel Standar Nasional Indonesia dengan nomor SNI 7188.7:2011 untuk produk bioplastik dapat dilihat pada Tabel 18 serta nilai rerata tabel parameter uji dan nilai laju transmisi uap air produk *biodegradable plastic* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan pada produk dengan nilai laju transmisi uap air terkecil dan mengacu pada Standar Nasional Indonesia untuk produk bioplastik Standar Nasional Indonesia dengan nomor SNI 7188.7:2011, didapatkan produk terbaik dengan perbandingan pati dan alginate 1:2,5 dan persentase penambahan larutan kitosan konsentrasi 2% sebesar

3% dengan kode sampel A3B3 dengan nilai laju transmisi uap air sebesar  $3555 \times 10^{-8}$  gr.cm/cm<sup>2</sup>.jam, nilai kuat tarik sebesar 0.94 MPa, nilai perpanjangan putus sebesar 31.58% dan nilai ketebalan sebesar 0.29 mm.

## KESIMPULAN

Dari data hasil yang didapatkan dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Perbandingan pencampuran pati dan alginate berpengaruh sangat nyata terhadap nilai laju transmisi uap air, kuat tarik dan elongasi. Namun tidak berpengaruh terhadap nilai ketebalan *biodegradable plastic* yang dihasilkan.
2. Persentase penambahan larutan kitosan konsentrasi 2% berpengaruh sangat nyata terhadap nilai laju transmisi uap air. Namun tidak berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, elongasi dan ketebalan.
3. Berdasarkan nilai laju transmisi uap air terkecil dan mengacu pada Standar Nasional Indonesia untuk produk bioplastik Standar Nasional Indonesia dengan nomor SNI 7188.7:2011, diperoleh produk dengan perbandingan pati alginate dan penambahan larutan kitosan konsentrasi 2% terbaik dengan perbandingan pati dan alginate 1:2,5 dan persentase penambahan larutan kitosan konsentrasi 2% sebesar 3% dengan kode sampel A3B3 dengan nilai laju transmisi uap air sebesar  $3555 \times 10^{-8}$  gr.cm/cm<sup>2</sup>.jam, nilai kuat tarik sebesar 0.94 MPa, nilai perpanjangan putus sebesar 31.58%

dan nilai ketebalan sebesar 0.29 mm.

4. Berdasarkan nilai keseluruhan parameter uji dari hasil penelitian ini, seluruh parameter yang dianalisa menghasilkan produk *biodegradable plastic* dengan nilai laju transmisi uap air, kuat tarik, perpanjangan putus dan ketebalan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku, sehingga pati umbut batang kelapa sawit layak untuk digunakan sebagai bahan pembuatan produk *biodegradable plastic* dengan penambahan alginate dan larutan kitosan konsentrasi 2%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Fauzi, Zulisma Anita, Hamidah Harahap, 2013. *Pengaruh Waktu Simpan Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol. 2 No. 2, 2013.
- Amir Husni, 2012. *Pengembangan Metode Ekstraksi Alginat Dari Rumpun Laut Sargassum Sp. Sebagai Bahan Pengental*. Jurnal Agritech, Vol. 32, No. 1
- Apriyanto, Joko, 2007. *Karakteristik Biofilm Dari Bahan Dasar Polivinil Alkohol (PVOH) Dan Kitosan*. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- Ariansyah, Fitra, Amran Laga, Meta Mahendradatta, 2011. *Studi Ekstraksi Pati Berdasarkan Ketinggian Batang Pohon Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis)*. Skripsi Fakultas Ilmu Dan Teknologi Pangan, Jurusan Ilmu Dan Teknologi Pangan, Universitas Hassanudin, Makasar, 2011.
- Aripin, Samsul, Bungaran Saing, Elvi Kustiyah, 2017. *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Umbi Jalar Dengan Plastilizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 Edisi Spesial, 2017.
- Asridaya, Hasnaniyah, 2016. *Pengaruh Pelapis Kitosan Dan Kemasan Plastik Wrapping Terhadap Masa Simpan Brokoli Pada Suhu Ruang*. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung, 2016.
- Cahyo Kumolo, Andri., Apriliana Purbasari, 2014. *Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer*. Jurnal Teknik 35(1), 2014, 8-16. Undip.
- Chapman VJ, Chapman DJ. 1980. *Seaweed And Their Uses*. London:Hapman And Hall.
- Coniwanti, Pamilia, Linda Laila, Mardiyah Rizka Alfira, 2014. *Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 4 No. 20, Desember 2014.
- Fachry, A. Rasyidi, Adhestya Sartika, 2012. *Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknik Kimia Vol.18 No.3, Agustus 2012.

- Fauzi, Y., 2008. *Kelapa Sawit Budi Daya Pemanfaatan Hasil & Limbah Analisis Usaha & Pemasaran*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Firdaus, Feris, Sri Mulyaningsih, Hady Anshory, 2008. *Sintesis Film Kemasan Ramah Lingkungan Dari Komposit Pati, Kitosan Dan Asam Polilaktat Dengan Pemlastis Gliserol: Studi Morfologi Dan Karakteristik Mekanik*. Jurnal Logika Vol.5 No. 1, 2008.
- Handayani, Prima Astuti, Hesmita Wijayanti, 2015. *Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (Durio Zibethinus Murr)*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan Vol. 4 Edisi. 1, Juni 2015.
- Hartatik, Yunita Dwi, Lailatin Nuriyah, Iswarin, 2016. *Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Biodegradable Plastik*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Hirano S. 1989. *Production And Application Of Chitin And Chitosan In Japan*. Pp 37- 43. Di Dalam: Skjak-Break G, Anthosen T, Standfoard P, Editor. *Chitin And Chitosan Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties And Application*. Elsevier Applies Science, London And New York. 835 P.
- Husni, Amir, Subaryono, Yudi Pranoto, Tazwir, Ustadi, 2012. *Pengembangan Metode Ekstraksi Alginat Dari Rumput Laut Sargassum Sp. Sebagai Pengental*. Jurnal Agritech Vol. 32 No. 1, Februari, 2012.
- Kumoro, Andi Cahyo, Aprilinna Purbasari, 2014. *Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plastilizer*. Jurnal Teknik 35 (1), September 2014.
- Kurniasih, Mardiyah, Dwi Kartika, 2011. *Sintesis Karakterisasi Fisika-Kimia Kitosan*. Jurnal Inovasi Vol. 1 No. 5, Januari 2011.
- Layudha, Siti Iqlima, Rita Dwi Ratnani, Harianingsih, 2017. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Bioplastik Dari Limbah Cair Cucian Beras (Oriza Sp)*. Inovasi Teknik Kimia Vol. 2 No. 2, Oktober 2017.
- Lazuardi, Gilang Pandu, Sari Edi Cahyaningrum, 2013. *Pembuatan Dan Karakteristik Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Dan Pati Singkong Dengan Plastilizer Gliserol*. UNESA Jurnal Of Chemistry Vol. 2 No.3, September 2013.
- Lestari, Santi Indah, 2006. *Sintesis Dan Optimalisasi Gel Kitosan-Gom Guar*. Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- Listyaningsih, Dyah, 2013. *Pembuatan Dan Karakterisasi Biofilm Pati Gembili-Kitosan Dengan Plastilizer Polivinil Alkohol (PVA)*. Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2013.
- Matondang, Tuty Dwi Sriaty, Basuki Wijosentono, Darwin Yunus, 2013. *Pembuatan Plastik Kemasan Terbiodegradasikan*

- Dari Polipropylene Tergrafting Maleat Anhidrida Dengan Bahan Pengisi Pati Sagu Kelapa Sawit.* Valensi Vol. 3 No. 2, November 2013.
- Murni, Sri Wahyu, Harso Pawignyo, Desi Widyawati, Novita Sari, 2013. *Pembuatan Edible Film Dari Tepung Jagung (Zea Mays L) Dan Kitosan.* Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia ISSN 1693-4393, 5 Maret 2013.
- Nurdini L., Hendriyana, Hafitzh Fansyuri, Trisyadevi Wibowo, 2018. *Pengaruh Penambahan Pati Ubi Kayu Dalam Pembuatan Bioplastik Dari Pati Sukun.* Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta, 12 April 2018.
- Nurhayati, Eni, Latifah, Nuni Widiarti, 2013. *Sintetis Plastik Biodegradable Amilum Biji Durian Dengan Gliserol Sebagai Penambah Elastisitas (Plastilizer).* Jurnal Sain Dan Teknologi Vol. 11 No. 11, Juli 2013.
- Purwanti, Ani, 2010. *Analisis Kuat Tarik Dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol.* Jurnal Teknologi Vol. 3 No. 2, Desember 2010.
- Puspita, Riana, Muhammad Taufik, 2014. *Pemanfaatan Batang Kayu Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembuatan Bahan Plastik Kemasan Makanan Daur Ulang.* Prosiding Seminar Kimia Nasional, HKI-Kalimantan Timur ISBN: 978-602-19421-0-9, 2014.
- Rasyid, Abdullah, 2005. *Beberapa Catatan Tentang Alginat.* Oseana Vol. XXX No. 1, 2005: 9-14.
- Rhadiyatullah, Affifah, Novita Indriani, M. Hendra S. Ginting, 2015. *Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plastilizer Glierol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang.* Jurnal Teknik Kimia USU Vol. 4 No.3, September 2015.
- Ridwansyah, M. Zein Nasution, Titi C. Sunarti, Anas M. Fauzi, 2010. *Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia Pati Kelapa Sawit.* Jurnal Teknik Industri Pertanian Vol. 17 (1), 1-6.
- Sanford PA, Hutchings GP. 1987. *Chitosan A Natural Cationic Biopolimer: Comercial Applications In: Industrial Poliaccharides.* Elsevier Amsterdam. Hlm 365-371.
- Sarifudin, Asep, 2013. *Pencirian Bioplastik Komposit Tepung Singkong Dan Natrium Dengan Aditif Limonena Kulit Jeruk.* Skripsi Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2013.
- Selpiana, 2016. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu.* Jurnal Teknik Kimia No. 1, Volume 22, Januari 2016. Universitas Sriwijaya.
- Setiawan, Hendri, Musthofa Lutfi, Masruroh, 2014. *Optimasi Plastik Biodegradable Berbahan Jelarut (Marantha Arundinacea L) Dengan Variasi LLDPE Untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik.* Jurnal Keteknikan

- Pertanian Tropis Dan Biosistem  
Vol. 2 No. 2, Juni 2014.
- Septiana, Patricia, Cindy Putri Anggraeni, 2016. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu*. Jurnal Teknik Kimia Vol.22 No.1, Januari 2016.
- Sinardi, Prayatni Soewondo, Suprihanto Notodarmojo, 2013. *Pembuatan, Karakterisasi Dan Aplikasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Hijau (Mytilus Viridis Linnaeus) Sebagai Koagulan Penjernih Air*. Konferensi Nasional Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Solo, Oktober 2013.
- Sunarko, 2009. *Budi Daya Dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Dengan System Kemitraan*. Cetakan Pertama. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Susila RW. 2003. *Peta Perencanaan Dan Peluang Investasi Pada Regenerasi Perkebunan Kelapa Sawit Di Indonesia*. Seminar Nasional : Mengantisipasi Regenerasi Pertama Perkebunan Kelapa Sawit Di Indonesia 9 -10 April 2003. Bali: Max Havelaar Indonesia Foundation.
- Utomo, Arief Wahyu, Bambang Dwi Argo, Mochamad Agus Hermanto, 2013. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera)-Kitosan*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis Vol. 1 No. 1, 2013.
- Wardah, Inayatul, Erna Hastuti, 2015. *Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol Dengan Pati Dari Bonggol Pisang , Tongkol Jagung Dan Eceng Gondok Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Plastik Biodegradable*. Jurnal Neutrino Vol.7 No. 2, April 2015.
- Zulferiyenni, Marniza, Erli Novida Sari, 2014. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Ampas Rumput Laut (Eucheuma Contonnii)*. Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian Vol.13 No. 3, Oktober 2014.