

**PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL DAN TAPIOKA TERHADAP
KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE FILM* BERBASIS AMPAS RUMPUT LAUT
*Eucheuma cottonii***

[The effects of glycerol and tapioca concentration on the characteristics of *Eucheuma cottonii* seaweed dreg-based biodegradable films]

Zulferiyenni ¹⁾ dan Marniza ¹⁾, Erli Novida Sari ²⁾,

¹⁾ Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

²⁾ Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRACT

This research was aimed to find the appropriate combination of glycerol and tapioca concentration in the production of *Eucheuma cottonii* seaweed dreg-based biodegradable films. A two factors experiment was arranged in a Complete Randomized Design with three replications. The first factor was three levels of glycerol concentration : 0.25%; 0.5% and 0.75%. The second factor was three levels of tapioca concentration: 5%; 6% and 7%. The data of visual observation, Fourier transform infra red analysis, biodegradability and water vapor permeability were analyzed descriptively. The tensile strength, elongation and solubility of biodegradable films were analyzed using by ANOVA. The homogeneity was use barlett test and the aditivity was use Tukey test. The data were continue by HSD test at 5% level of significant. The concentration of glycerol and tapioca significant effects on tensile strength and percent elongation, but not on solubility. The best characteristics of the *Eucheuma cottonii* seaweed dreg-based biodegradable film was produced from a combination of 0.25% of glycerol and 7% of tapioca concentration. The best biodegradabe film had characteristic of an f 53.92 MPa tensile strength, an 3.647 % elongation, 86.17% solubility, 14 day biodegradability, 6.13 g/(m²/day) water vapor permeability . The addition of glycerol and tapioca concentration in producting of *Eucheuma cottonii* seaweed dreg-based biodegradable film has caused the film characteristics more plastic and homogeneous.

Keywords: Biodegradable film, Fourier transform infra red, percent elongation, seaweed dreg, tensile strength, water vapor permeability

Diterima : 19 Juli 2014
Disetujui: 20 September 2014

Korespondensi Penulis :
zulferiyenni@gmail.com

PENDAHULUAN

Produksi plastik di Indonesia mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan konsumsi masyarakat, khususnya untuk plastik kemasan. Berdasarkan data INAPLAS (Indonesian Olefin Aromatic Plastic Industry Asociation) kebutuhan plastik masyarakat Indonesia pada tahun

2012 tercatat 2,9 juta ton sedangkan pada tahun 2013 diperkirakan akan meningkat menjadi 3,2 juta ton (Budi, 2013). Luasnya penggunaan bahan plastik sebagai bahan baku kemasan disebabkan oleh berbagai keunggulan antara lain ringan, kuat, mudah dibentuk, anti karat, tahan terhadap bahan kimia, mempunyai

sifat isolasi listrik yang tinggi, serta dapat dibuat berwarna maupun transparan (Mujiarto, 2005). Plastik merupakan salah satu bahan pengemas tidak tahan panas sehingga apabila bahan plastik dipanaskan maka terjadi kontaminasi produk melalui perpindahan monomernya. Hal ini dapat menyebabkan penyakit bagi manusia jika dikonsumsi secara terus menerus.

Plastik merupakan polimer sintetis 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). Plastik yang tidak terurai menyebabkan penumpukan limbah plastik dalam jumlah besar. Penumpukan limbah plastik dalam skala besar dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang serius (Syamsu *et al.*, 2008) karena plastik membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat terurai. Pada saat terurai partikel - partikel plastik akan mencemari tanah dan air tanah. Apabila plastik dibakar akan menghasilkan asap beracun seperti dioksin yang dapat memicu kanker dan gangguan saraf (Tanaga, 2010). 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).

Kemasan plastik yang berbahan baku organik bersifat mudah terurai salah

satunya adalah biodegradable film. Penelitian mengenai biodegradable film telah lama dilakukan terutama oleh negara-negara maju seperti Jerman. Biodegradable film dapat memiliki tingkat kekuatan yang relatif sama dengan plastik sintetis (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.

Ampas rumput laut dapat digunakan sebagai bahan baku biodegradable film. Pada industri rumput laut bagian yang digunakan hanya sekitar 30 - 35%, sedangkan 65 - 70% menjadi limbah yang belum banyak dimanfaatkan (Wekridhany *et al.*, 2012). Oleh karena itu, pemanfaatan ampas rumput laut perlu dilakukan. Pemanfaatan ampas rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku dalam pembuatan kertas sudah pernah diteliti dan memiliki hasil yang baik (Sintaria, 2012). Pada penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa ampas rumput laut memiliki kandungan komponen selulosa sebesar 17,47%; hemiselulosa 21,16% dan lignin 8,23%. Kandungan selulosa yang tinggi menjadikan ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* memiliki potensi sebagai bahan baku untuk biodegradable film.

Penelitian mengenai biodegradable film dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer pada ampas nanas menunjukkan bahwa gliserol mampu merubah sifat biodegradable film menjadi lebih plastis (Satriyo, 2012). Penambahan

plasticizer pada biodegradable film berfungsi untuk mengurangi kerapuhan film, meningkatkan permeabilitas uap air dan meningkatkan sifat plastis (Gontard dan Guilbert, 1992).

Penelitian berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* menunjukkan bahwa tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan kertas sehingga permukaan kertas lebih halus (Sintaria, 2012). Tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada rongga-rongga biodegradable film, sehingga dapat memperkecil pori-pori dan menghomogenkan biodegradable film (Chandra, 2011). Penambahan tapioka diharapkan dapat memperbaiki sifat biodegradable film dari bahan selulosa. Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian pembuatan biodegradable film berbahan baku utama ampas rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer dan tapioka sebagai bahan pengisi.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi gliserol dan tapioka yang tepat untuk menghasilkan karakteristik biodegradable film dari ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan biodegradable film dalam penelitian ini adalah rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari Pesawaran. Sedangkan bahan lain yang digunakan adalah aquades, etanol 96%, gliserol merk Chemical Product, tapioka cap IbuTani, CMC 1%, H₂O₂ merk

J.T. Beaker. Alat-alat yang digunakan adalah FTIR tipe Scimitar 2000, kamera merk Casio tipe *Exilim Ex-Zs6*, testing machine MPY merk PA-104-30, cawan, *shaker waterbath* merk *Memmert* tipe WB 14, hot plate, magnetik stirrer, termometer, timbangan digital merk *Mettler* PJ 3000, pH meter, gelas Erlenmeyer, desikator, kain saring, kertas saring, kompor merk *Hitachi*, saringan stainless steel dan peralatan laboratorium lainnya.

Cara Kerja

Prosedur untuk memperoleh ampas rumput laut

Sampel rumput laut kering sebanyak 675 gram dicuci dan dibersihkan. Sampel rumput laut direndam selama 24 jam kemudian ditimbang. Sampel rumput laut dimasak selama 30 menit pada suhu 90⁰-100⁰C sampai mendidih dengan perbandingan rumput laut dan air 1: 20. Sampel diperas dengan kain saring, untuk memisahkan agar dan ampas (Mailisa, 2012)

Prosedur pemurnian ampas rumput laut menjadi selulosa

Ampas rumput laut sebanyak 1350 gram dihidrolisis dalam 100 ml larutan hidrogen peroksida 2% (v/v) selama 3 jam pada suhu 85⁰C dengan *shaker waterbath*. Ampas dicuci hingga pH netral, kemudian disaring dengan kain saring sehingga diperoleh selulosa (Hidayati, 2000)

Prosedur pembuatan *Biodegradable film*

Selulosa ampas rumput laut sebanyak 8,5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan 0,5 gram CMC 1% (b/v), etanol 15 ml, gliserol dan tapioka masing-masing sesuai perlakuan. Selanjutnya campuran tersebut dilarutkan dengan 50 ml aquades. Larutan dipanaskan dan

diaduk selama 30 menit pada suhu 70° C menggunakan hot plate. Selanjutnya, diangkat dan dihilangkan gelembungnya. Larutan dituang pada kaca 20 x 20 cm dan dikeringkan pada suhu ruang selama 48 jam (Indrarti dan Elsy, 2008).

Pengamatan

Analisis Gugus Fungsi dengan FITR

Analisis Gugus Fungsi yaitu menggunakan FTIR tipe *Scimitar 2000*. Sampel yang digunakan merupakan sampel padat sehingga sebelum di analisis harus dibentuk menjadi pellet yaitu campuran antara sampel dan KBr yang digiling halus menggunakan mortar dengan perbandingan 1 : 100 menjadi partikel berukuran 5 mm, kemudian pellet dimasukkan ke dalam die sets yang telah tersusun dengan benar. Pellet diratakan lalu tutup, kelebihan pellet yang tertinggal dibersihkan. Die sets diletakkan ke dalam pike hand press lalu press selama 15 detik. Press dihentikan kemudian die sets diambil. Pellet dianalisis dengan menempatkan ke dalam set holder, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasil yang didapat berupa difraktogram hubungan antar panjang gelombang dengan intensitas. Spektrum direkam menggunakan spektrofotometer infra red pada suhu ruang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemurnian selulosa melalui gugus fungsi ampas rumput laut sebelum dan setelah proses pemurnian.

Uji kuat tarik

Uji kuat tarik diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran *film* ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada

initial grip separation 50 mm, crosshead speed 50 mm/menit dan loadcell 50 kg. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum. Kekuatan tarik diukur dengan rumus :

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A}$$

Keterangan :

τ = Kekuatan tarik (Mpa)

F_{maks} = Gaya kuat tarik (N)

A = Luas Penampang (mm²)

(ASTM, 1983)

Uji Persen Pemanjangan

Uji persen pemanjangan diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran sampel film ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada initial grip separation 50 mm, *crosshead speed* 50 mm/ menit dan *loadcell* 50 kg. Persen pemanjangan dihitung pada saat film pecah atau robek. Sebelum dilakukan penarikan, panjang film diukur sampai batas pegangan yang disebut panjang awal (l_0), sedangkan panjang film setelah penarikan disebut panjang setelah putus (l_1) dan dihitung persen perpanjangan dengan rumus yaitu:

$$\text{Persen Pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

Keterangan

l_0 : panjang awal

l_1 : panjang setelah putus (ASTM, 1983)

Uji biodegradabilitas

Biodegradable film yang dihasilkan diuji sifat biodegradabilitasnya dengan cara dikubur di dalam tanah dengan ukuran film 10 x 10 cm dan ke dalam 12 cm di dalam gelas plastik. Proses penguburan dilakukan selama dua minggu kemudian dilakukan pengamatan

setiap satu minggu sekali (Gontard dan Guilbert, 1992).

Uji kelarutan

Uji kelarutan plastik biodegradable dalam air dilakukan dengan memasukkan lembaran film plastik dengan ukuran 2x10 cm ke dalam bejana yang berisi air. Kelarutan dalam air dinyatakan persentase sebagian film yang larut dalam air setelah perendaman selama satu minggu.

$$\text{Persen Kelarutan} = \frac{a - (c - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a : berat sampel awal (g)

b : berat cawan (g)

c : berat kering (g) (Gontard dan Guilbert, 1992)

Laju transmisi uap air metode Cawan

Laju transmisi uap air diukur dengan menggunakan water vapor transmission rate tester Bergerlahr metode cawan. Film yang akan diukur dikondisikan sebelumnya pada ruangan yang bersuhu $25 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Bahan penyerap uap air (desikan) diletakkan dalam cawan sedemikian rupa sehingga permukaan berjarak 3 mm dari film yang akan diuji. Tutup cawan diletakkan sedemikian rupa sehingga permukaan bagian yang terluar menghadap keatas. Film diletakkan ke dalam tutup cawan, lalu cincin karet diletakkan untuk menyegel ke dalam, ditutup sehingga cincin tersebut menekan

film. Selanjutnya cawan ditimbang dengan ketelitian 0,0001 gram, kemudian diletakkan dalam humidity chamber, ditutup lalu kipas angin dijalankan. Cawan ditimbang tiap hari pada jam yang hampir sama dan ditentukan pertambahan berat cawan. Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara pertambahan berat(mg) dan waktu (jam). Nilai laju transmisi uap air yang melewati film dihitung dengan rumus :

$$\text{WVTR} = 4.8 \times m^2 / t \text{ (g/m}^2\text{/24jam)}$$

Keterangan :

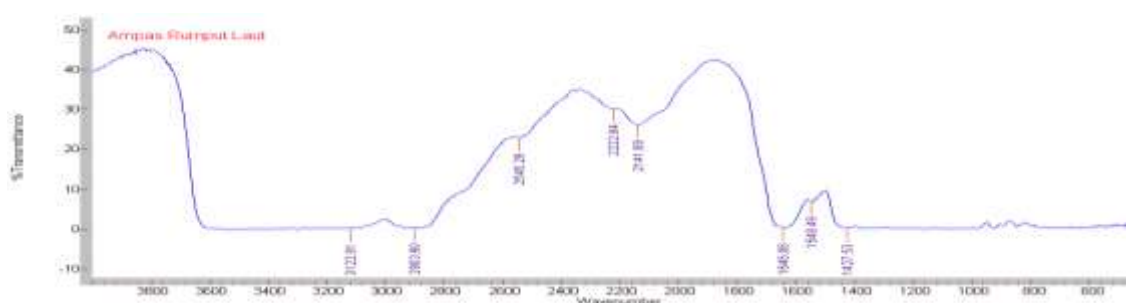
m^2 = pertambahan berat (mg per jam)

t = waktu antara dua penimbangan terakhir (ASTM, 1983).

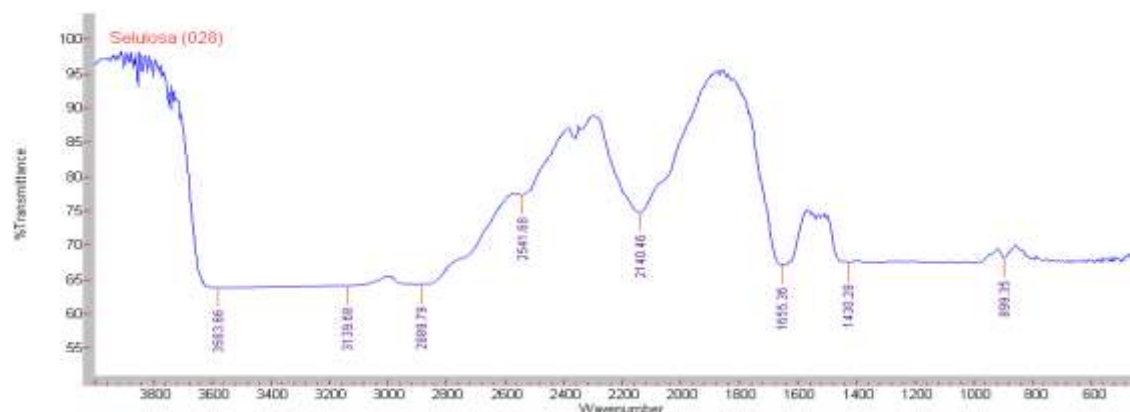
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian bahan baku menggunakan analisis FTIR

Hasil pengujian bahan baku pada ampas rumput laut dan ampas yang telah dimurnikan menggunakan H_2O_2 , melalui analisis gugus fungsi Fourier Transform Infra Red disajikan pada Gambar 1 dan 2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemurnian selulosa ampas rumput laut. Struktur selulosa dapat ditentukan berdasarkan hasil analisis ampas rumput laut dan ampas yang telah dimurnikan menggunakan H_2O_2 . Pengukuran data dilakukan pada daerah panjang gelombang 500 - 4000 cm^{-1} . Berikut adalah gambar difraktogram yang diperoleh.



Gambar 1. Difraktogram hasil uji FTIR ampas rumput laut



Gambar 2. Difraktogram hasil uji FTIR selulosa ampas rumput laut

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR untuk ampas rumput laut

Pustaka (Skoog <i>et al.</i> , 1998 dalam Bambang, 2011)	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
3200- 3600	Puncak – OH bebas	3122,91
2850-2970	C – H Alkana	2903,90
2500-2700	O – H Ikatan hidrogen asam karboksilat	2545,29
2210-2280	C ≡ N Nitril	2222,94
2100-2260	C ≡ C Alkana	2141,89
1610-1680	C = C Alkena	1646,06
1500-1600	C = C Cincin aromatic	1548,49
1340-1470	C – H Alkana	1427,53

Tabel 2. Hasil analisis FTIR untuk ampas rumput laut yang dimurnikan

Pustaka (Skoog <i>et al.</i> , 1998 dalam Bambang, 2011)	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
3500- 3650	O – H bebas	3583,66
3200- 3600	O – H bebas	3139,68
2500-2700	O – H Ikatan hidrogen asam karboksilat	2889,79
2850-2970	C – H Alkana	2541,68
2100-2260	C ≡ C Alkana	2140,46
1610-1680	C = C Alkena	1655,36
1340-1470	C – H Alkana	1430,28
675-995	C – H Alkena	899,35

Berdasarkan kedua data tersebut gugus fungsional yang terbentuk pada spektrum infra merah, memperlihatkan adanya gugus yang hilang saat pemurnian menggunakan H₂O₂ diantaranya C ≡ N Nitril, C – H, dan C = C cincin aromatik. Hilangnya gugus tersebut terutama C ≡ N Nitril pada ampas rumput laut tersebut sesuai dengan struktur bangun unit

selulosa yang terdiri dari glukosa dengan gugus C, H dan O. Hal tersebut menunjukkan proses pemurnian dengan H₂O₂ mampu memisahkan selulosa dari lignin dan hemiselulosa. Pada proses pembuatan biodegradable film dari selulosa murni diharapkan dapat menghasilkan biodegradable film dengan kuat tarik tinggi. Oleh karena itu, selulosa

dari ampas rumput laut ini dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodegradable film.

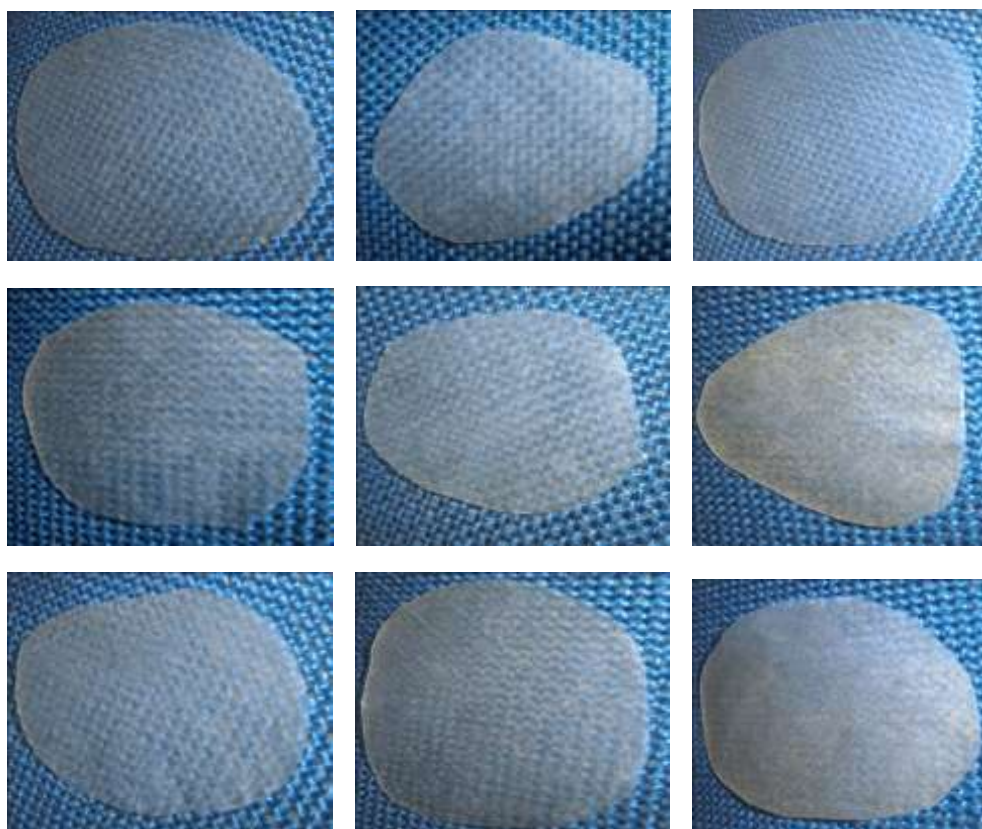
Penampakan Visual Biodegradable Film

Penampakan visual biodegradable film yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 4. Biodegradable film hasil penelitian untuk semua perlakuan secara visual tampak homogen. Hal ini dikarenakan adanya penambahan *stabilizer* tapioka pada pembuatan biodegradable film. Tapioka dapat memperbaiki sifat fisik dari penampakan biodegradable film karena dapat tergelatinisasi.

Tapioka terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Granula memiliki ikatan hidrogen (gugus hidroksil) yang dapat membantu mempertahankan struktur. Pada saat terjadi gelatinisasi gugus hidroksil pada granula yang bebas

cenderung akan mengikat molekul air. Apabila tapioka dimasukkan ke dalam air, granula akan menyerap air dan membengkak. Hal ini disebabkan air yang sebelumnya bebas bergerak di luar granula pati menjadi terperangkap dan tidak dapat bergerak bebas setelah mengalami gelatinisasi (Winarno, 1997).

Jika tapioka dalam air dipanaskan, air akan menembus lapisan granula. Granula mulai menggelembung hingga akhirnya granula pati pecah dan isinya tersebar merata ke seluruh air di sekelilingnya. Akan tetapi jika tapioka dimasukkan ke dalam air yang dingin, jumlah air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai 30% sehingga pembengkakannya terbatas. Sebaliknya, apabila tapioka dimasukkan ke dalam air pada suhu antara 55°C - 65°C maka akan terjadi pembengkakan maksimum (Winarno, 1997).

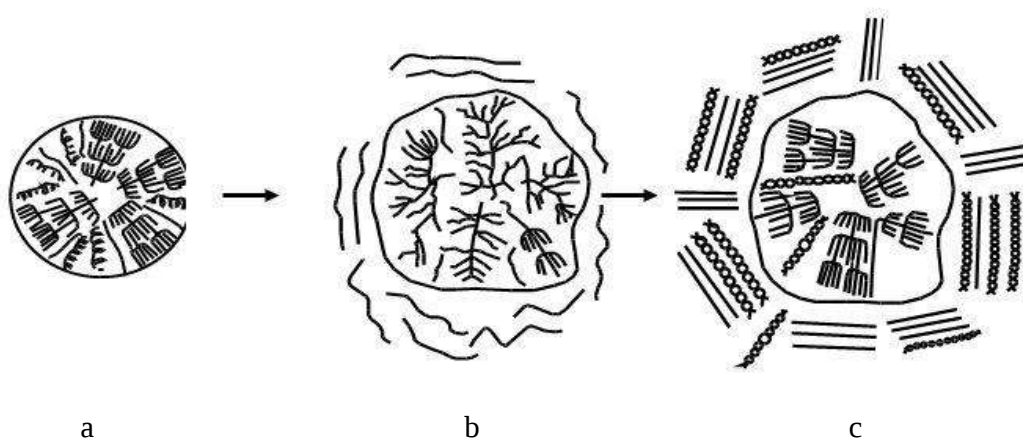


Gambar 3. Penampakan biodegradable film

Granula pati yang menggelembung dan membentuk pasta atau gel, jika suhu terus dinaikkan akan tercapai viskositas puncak dan setelah didinginkan molekul-molekul amilosa cenderung bergabung kembali (Krisna, 2011). Pada saat granula pecah molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai yang mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen (Winarno, 1997).

Pada pendinginan, molekul tapioka membentuk jaringan dengan molekul air

yang terkurung di dalamnya sehingga terbentuk gel yaitu suatu bahan yang mudah merekat dan mudah dicerna (Winarno, 1997). Proses pengeringan akan mengakibatkan lepasnya air sehingga terjadi penyusutan, sehingga gel akan membentuk *film* yang stabil hal ini disebut regelatinisasi. Regelatinisasi merupakan suatu istilah tentang perubahan yang terjadi pada gelatinisasi pati mulai dari keadaan tidak teratur menjadi keadaan yang lebih teratur atau kristalin (Krisna, 2011).



Gambar 4. a : Masuknya air ke dalam granula, b : Granula membengkak dan pecah, c : Regelatinisasi

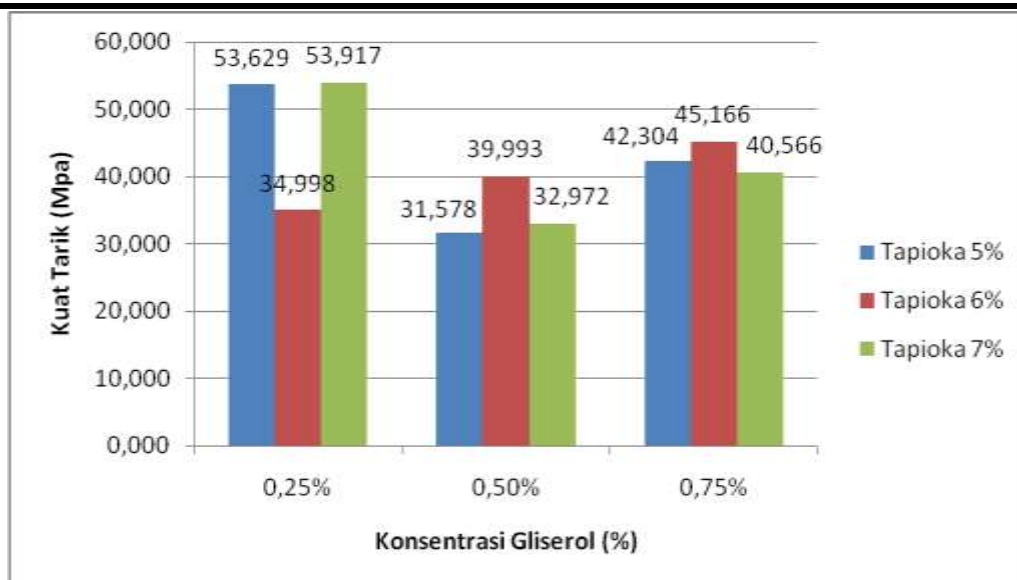
Sumber : Widyastuti (2012).

Berdasarkan hal tersebut, tapioka mampu menutup pori-pori yang tidak terisi sempurna oleh selulosa (Sintaria, 2012) karena tapioka berfungsi sebagai bahan pengisi pada rongga-rongga biodegradable film, sehingga dapat memperkecil pori-pori dan menghomogenkan permukaan biodegradable film (Chandra, 2011). Oleh karena itu, biodegradable film yang

dihasilkan pada penelitian terlihat homogen.

Kuat Tarik

Pada penelitian ini, nilai kuat tarik *biodegradable film* yang diperoleh yaitu antara 31,578 – 53,917 Mpa dengan nilai tertinggi sebesar 53,917 Mpa terdapat pada konsentrasi gliserol 0,25% dan tapioka 7% seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai kuat tarik biodegradable film

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol dan tapioka berpengaruh nyata pada taraf 5% terhadap kuat tarik *biodegradable film* yang dihasilkan, serta terdapat interaksi

antara kedua perlakuan. Berikut pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap kuat tarik pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap kuat tarik biodegradable film.

Interaksi	Rata-rata nilai kuat tarik (Mpa)	
Gliserol 0,25% Tapioka 7%	53,917	a
Gliserol 0,25% Tapioka 5%	53,629	ab
Gliserol 0,5% Tapioka 7%	45,166	c
Gliserol 0,75% Tapioka 5%	42,304	cd
Gliserol 0,75% Tapioka 7%	40,566	cde
Gliserol 0,5% Tapioka 6%	39,993	cdef
Gliserol 0,25% Tapioka 6%	34,998	efg
Gliserol 0,75% Tapioka 6%	32,972	gh
Gliserol 0,5% Tapioka 5%	31,578	ghi
BNJ _(0,05) = 7,012		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

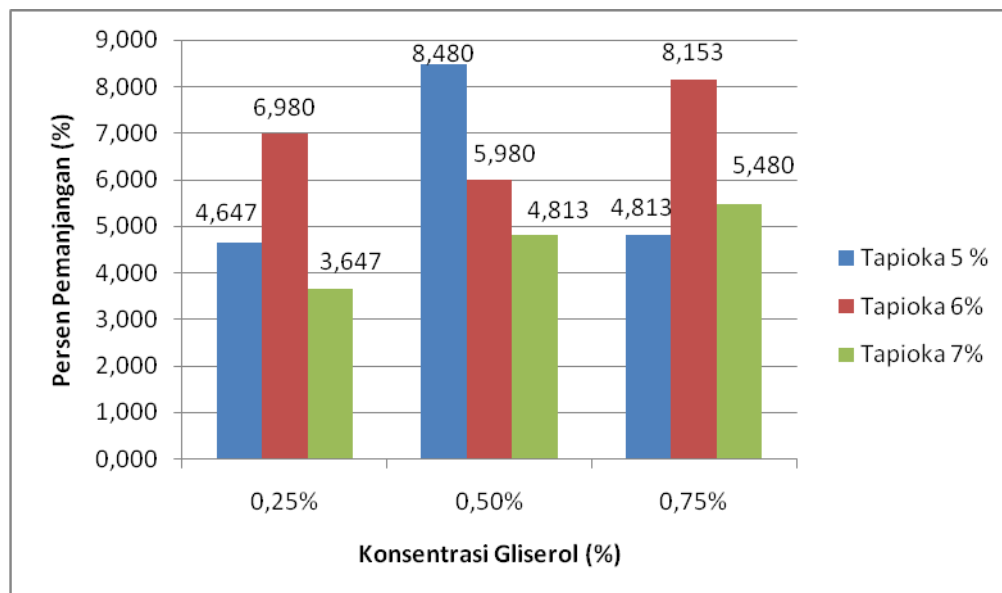
Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik biodegradable film yang sangat penting, karena biodegradable film yang memiliki kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis (Wahyuni, 2001). Penelitian Darni *et al.*,

(2009) menunjukkan biodegradable film berbahan baku tapioka dengan penambahan selulosa residu rumput laut memiliki nilai kuat tarik sebesar 10, 208 Mpa sedangkan pada penelitian ini memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi yaitu sebesar 53, 917 Mpa. Nilai kuat

tarik biodegradable film pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar untuk plastik jenis polyethylene (LDPE) yaitu 9,86 MPa dan polypropylene yaitu 33,80 Mpa (Boedeker plastic, 2013) sehingga diharapkan mampu melindungi produk yang dikemas.

Persen pemanjangan

Nilai persen pemanjangan biodegradable film dari selulosa ampas rumput laut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai persen pemanjangan biodegradable film

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol dan tapioka berpengaruh sangat nyata pada taraf 5% terhadap persen pemanjangan biodegradable film yang dihasilkan, serta

terdapat interaksi antara kedua perlakuan. Berikut pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap persen pemanjangan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap persen pemanjangan

Interaksi	Rata-rata pemanjangan (%)	nilai persen
Gliserol 0,5% Tapioka 5%	8,480	a
Gliserol 0,75% Tapioka 6%	8,153	ab
Gliserol 0,25% Tapioka 6%	6,980	abc
Gliserol 0,5% Tapioka 6%	5,980	abcd
Gliserol 0,75% Tapioka 7%	5,480	cde
Gliserol 0,75% Tapioka 5%	4,813	e
Gliserol 0,5% Tapioka 7%	4,813	e
Gliserol 0,25% Tapioka 5%	4,647	e
Gliserol 0,25% Tapioka 7%	3,647	f

$BNJ_{(0,05)} = 1,834$

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

Persen pemanjangan sangat penting untuk diketahui, karena dapat membantu mengetahui tingkat plastis biodegradable film. Pada biodegradable film, semakin tinggi nilai persen pemanjangan maka akan semakin plastis, sebaliknya semakin rendah akan bersifat rapuh (Theresia, 2003). Pada penelitian biodegradable film ini, dilakukan penambahan gliserol yang dimaksudkan untuk mengurangi ikatan molekuler pada selulosa dengan memutuskan rantainya yang panjang sehingga biodegradable film yang dihasilkan menjadi plastis. Gliserol merupakan plasticizer yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan intermolekuler sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas (Nourieddini dan Medikonduru, 1997).

Penelitian Darni *et al.*, (2009) menunjukkan biodegradable film berbahan baku tapioka dengan penambahan selulosa residu rumput laut memiliki nilai persen pemanjangan sebesar 2,23% pada formulasi tapioka: selulosa 8:2, sedangkan berdasarkan hasil penelitian biodegradable film berbahan baku ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* yang telah dilakukan, nilai persen pemanjangan yang diperoleh lebih tinggi yaitu sebesar 3,647 % pada konsentrasi gliserol 0,25% dan tapioka 7%. Akan tetapi, nilai tersebut

belum sesuai dengan standar yang dibutuhkan untuk plastik kemasan terutama plastik jenis polyethylene (LDPE) yaitu sebesar 100% dan jenis polypropylene yaitu sebesar 23 % (Boedeker plastic, 2013). Hal ini diduga karena ikatan molekuler biodegradable film terlalu panjang, sehingga gliserol yang dibutuhkan lebih besar.

Selain gliserol penambahan tapioka sebagai bahan pengisi dapat mempengaruhi nilai persen pemanjangan. Semakin banyak konsentrasi tapioka yang ditambahkan pada penelitian biodegradable film ini, maka biodegradable film yang dihasilkan akan semakin getas atau rapuh, sehingga nilai persen pemanjangan menjadi rendah. Hal ini karena, tapioka tersusun dari amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki sifat pera sedangkan amilopektin memiliki sifat lengket. Tapioka hanya memiliki 4 – 5 % kadar amilopektin dari berat total (Winarno, 1997).

Biodegradabilitas

Pengujian biodegradabilitas bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan biodegradable film terhadap pengaruh mikroorganisme pengurai, kelembapan tanah, suhu dan faktor fisikokimia yang terdapat pada tanah.



Gambar 7. Pengujian biodegradabilitas

Hasil analisis biodegradabilitas (Gambar 7) menunjukkan bahwa biodegradable film dengan penambahan konsentrasi gliserol dan tapioka yang dikubur dalam tanah dapat terdegradasi sempurna setelah dilakukan penguburan selama 14 hari. Biodegradable film yang dihasilkan pada penelitian bersifat mudah terurai hal itu diduga karena bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme bahkan sensitif terhadap pengaruh fisikokimia.

Biodegradabilitas dalam penelitian ini sangat berkaitan dengan nilai kelarutan biodegradable film, semakin tinggi nilai kelarutan maka biodegradable film akan semakin cepat terdegradasi. Proses biodegradasi pada biodegradable film di dalam tanah terdiri dua tahap. Tahap pertama yaitu degradasi kimia dengan melalui proses oksidasi molekul sehingga menghasilkan *film* dengan berat molekul rendah. Tahap kedua yaitu serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktifitas enzim (Latief, 2001).



Gambar 8. Biodegradable film pada penguburan minggu ke-1

Pada penguburan biodegradable film menggunakan media tanah selama 1 minggu hasil pengamatan menunjukkan bahwa biodegradable film telah terurai (Gambar 8). Tampak dalam Gambar 8 tersebut bahwa pada hari ke 7 telah ditumbuhi jamur dan bakteri pengurai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat degradasi yang jelas yakni kerusakan akibat proses degradasi oleh jamur dan bakteri pengurai. Biodegradable film memiliki sifat yang dapat terurai atau terdegradasi dengan mudah oleh tanah dibandingkan dengan plastik sintetis (Latief, 2001).

Pada minggu kedua, sisa biodegradable film mengalami proses degradasi sempurna secara jelas yang ditandai dengan kondisi tanah lembab, mengandung air dan terdapat mikroba pengurai. Biodegradable film yang terbuat dari selulosa ampas rumput laut yang dihasilkan pada penelitian ternyata dapat dengan mudah didegradasi dalam tanah baik secara biologis maupun kimiawi.

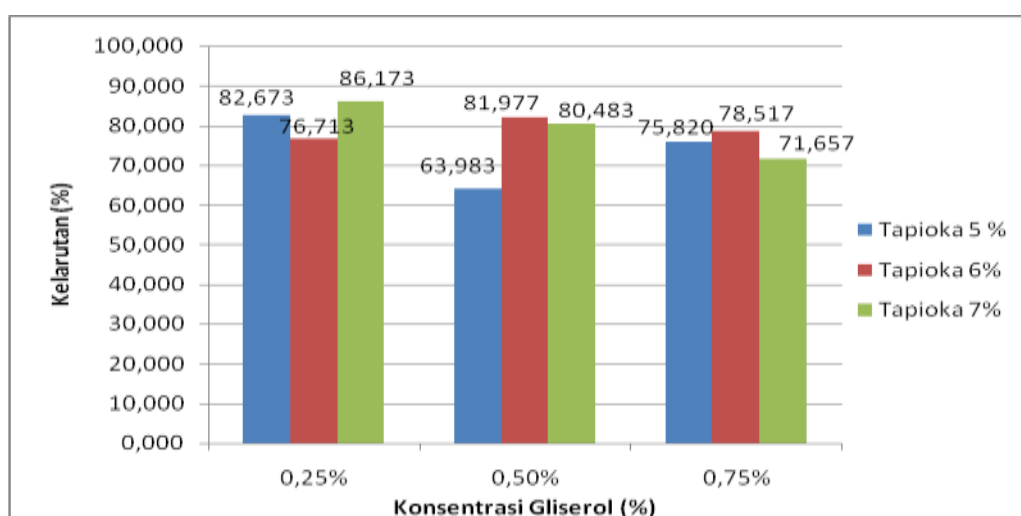


Gambar 9. Biodegradable film pada penguburan minggu ke-2

Kelarutan

Pada penelitian ini kelarutan pada biodegradable film memiliki nilai yang

berkisar antara 63,983 – 86,173 %. Nilai kelarutan pada biodegradable film dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10. Nilai kelarutan *biodegradable film*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol dan tapioka tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan biodegradable film yang dihasilkan, akan tetapi interaksi antara kedua perlakuan memiliki pengaruh nyata.

Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap kelarutan biodegradable film dari selulosa ampas rumput laut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap kelarutan.

Interaksi	Rata-rata nilai kelarutan (%)
Gliserol 0,25% Tapioka 7%	86,173 a
Gliserol 0,25% Tapioka 5%	82,673 a
Gliserol 0,5% Tapioka 6%	81,977 a
Gliserol 0,5% Tapioka 7%	80,483 a
Gliserol 0,75% Tapioka 6%	78,517 a
Gliserol 0,25% Tapioka 6%	76,713 a
Gliserol 0,75% Tapioka 5%	75,820 a
Gliserol 0,75% Tapioka 7%	71,657 a
Gliserol 0,25% Tapioka 5%	63,983 b
BNJ _(0,05) = 18,158	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Selulosa memiliki tiga gugus hidroksil sehingga memungkinkan selulosa untuk membentuk banyak ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan kekakuan dan gaya antar rantai yang tinggi sehingga selulosa tidak larut dalam air. Namun dengan penambahan gliserol mampu menurunkan gaya intermolekuler pada biodegradable film sehingga nilai kelarutannya bertambah. Gliserol merupakan plasticizer yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan molekuler. Plasticizer ditambahkan pada proses pembuatan biodegradable film untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan plastis dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah (Gontard dan Guilbert, 1992).

Kelarutan biodegradable film merupakan faktor yang sangat penting pada bahan pengemas. Kelarutan dipengaruhi oleh komponen hidrofilik dan hidrofob. Komponen hidrofilik adalah komponen yang suka air atau larut dalam air, dalam penelitian ini gliserol dan tapioka adalah komponen yang larut dalam air. Sedangkan hidrofob adalah komponen yang suka lemak atau tidak larut dalam air. Selulosa adalah komponen yang tidak

larut dalam air. Semakin tinggi nilai hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi, dan semakin tinggi nilai hidrofob suatu bahan maka kelarutannya akan semakin rendah (Nugroho *et al.*, 2013). Semakin tinggi kelarutan maka biodegradabilitasnya juga akan tinggi, hal ini disebabkan karena ada komponen hidrofilik didalam air dan tanah. Semakin tinggi nilai kelarutan maka kemampuan biodegradable film memiliki ketahanan terhadap air semakin rendah. Nilai kelarutan yang rendah pada biodegradable film sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas (Krisna, 2011).

Permeabilitas Uap Air

Nilai permeabilitas suatu jenis film sangat penting untuk diketahui, karena nilai tersebut dapat dipergunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas di dalamnya (Ariestiani, 2012). Permeabilitas uap air biodegradable film pada penelitian ini, diukur dari biodegradable film yang memiliki nilai kuat tarik tertinggi yaitu biodegradable film dengan penambahan gliserol konsentrasi 0,25% dan tapioka konsentrasi 7% nilai permeabilitas uap air yang dihasilkan sebesar 6,13 gr/(m²/hari).

Fransisca (2013), menggunakan bahan baku komposit selulosa nanas dengan penambahan konsentrasi tapioka pada biodegradable film menghasilkan nilai permeabilitas 9,11 gr/(m²/hari). Menurut Japanesse Industrial Standard (JIS) dalam Mindarwati (2006) plastik film yang baik untuk kemasan makanan adalah film yang mempunyai nilai permeabilitas uap air maksimal 7 gr/ (m²/hari). Biodegradable film yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai permeabilitas uap air sesuai dengan nilai standar.

Nilai permeabilitas dipengaruhi antara lain oleh sifat kimia polimer dan struktur dasar polimer. Polimer dengan polaritas tinggi (polisakarida dan protein) mampu menghasilkan nilai permeabilitas uap air yang tinggi. Hal ini disebabkan polimer mempunyai ikatan hidrogen yang besar. Sebaliknya, polimer kimia yang bersifat non polar (lipida) yang banyak mengandung gugus hidroksil mempunyai nilai permeabilitas uap air rendah, sehingga menjadi penahan air yang baik (Amna, 2012). Gliserol memiliki ukuran molekul yang lebih kecil, akan masuk ke dalam jaringan film lebih banyak sehingga memperlambat transfer atau laju air dalam film (Wirawan *et al.*, 2012). Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi tapioka maka nilai permeabilitas uap air akan semakin tinggi, sebaliknya semakin tinggi konsentrasi gliserol permeabilitas uap air akan semakin rendah. Permeabilitas uap air yang rendah dapat menghambat hilangnya air dari produk yang dikemas dengan menggunakan biodegradable film sehingga kesegaran terjaga. Selain itu, dapat menghambat kerusakan akibat reaksi hidrolisa dan kerusakan oleh mikroorganisme karena adanya air (Gunawan, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- Ariestiani. 2012. Permeabilitas Uap Air dari *Film* atau Plastik. <http://google.search.com.ariestiani.files.wordpress.com/2012/05/lap-permeabilitas-anni1.doc>. Diakses 06 Maret 2013.
- Amna. 2012. Mengukur Permeabilitas Uap Air dari Plastik. <http://google.search.com.mengukur-permeabilitas-uap-air-dari-plastik.html>. Diakses 06 Maret 2012.
- ASTM. 1983. *Annual Book of ASTM Standards*. American Society for Testing and Material Philadelphia. New york. 578 Hlm. Diakses pada tanggal 18 Mei 2012.
- Bambang. 2011. Instrumen FTIR dan Membaca Spektra FTIR. <http://anekakimia.blogspot.com/2011/06/instrumen-ftir-dan-membaca-spektra-ftir.html>. Diakses pada tanggal 10 Mei 2013.
- Boedeker plastic. 2013. Polyethylene Specification. http://www.boedeker.com/polye_p.htm. Diakses pada tanggal 10 Mei 2013.
- Budi, Y. 2013. Penyiapan Sumber Daya di Bidang Moulding. https://www.ubaya.ac.id/2013/content/articles_detail/65/penyiapan-sumber-daya-di-bidang-moulding.html. Diakses pada tanggal 10 Mei 2013.
- Chandra, L.H. 2011. Pengaruh konsentrasi tapioka dan sorbitol dalam pembuatan edible coating pada penyimpanan buah melon. (Skripsi). Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas pertanian. Universitas Sumatera Utara. 68 Hlm.

- Chandra, R., dan R. Rustgi. 1998. Biodegradable Polymers. Program Polymer Science. 23:1273–1335. Department of Polymer Technology and Applied Chemistry. Delhi College of Engineering, Delhi-110006. India
- Darni, Y., H. Utami dan S. Asriah. 2009. Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut *Eucheuma spinosum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Lampung. 14 Hlm. Diakses pada tanggal 18 Mei 2012.
- Fransisca, D. 2013. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap sifat fisik biodegradable film dari bahan komposit selulosa nanas. (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 52 Hlm
- Gunawan, V. 2009. Formulasi dan aplikasi edible coating berbasis pati sagu dengan penambahan vitamin C pada paprika. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor. 50 Hlm.
- Gontard, N., dan S. Guilbert. 1992. Bio Packaging : Tecnology and Properties of Edible Biodegradable Material of Agricultural Origin. Food Packaging a Preservation. The Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland. 30 Hlm.
- Hidayati. 2000. Pemutihan Pulp Ampas Tebu sebagai Bahan Dasar Pembuatan CMC. Jurnal Agrosains. 13(1):59-78.
- Indrarti, I. dan R. Elsy. 2008. Bioselulosa sebagai Biodegradable Film. Prosiding Teknologi Proses. Seminar nasional pangan. Yogyakarta. 153 Hlm.
- Krisna, D. 2011. Pengaruh regelatinisasi dan modifikasi hidrotermal terhadap sifat fisik pada pembuatan edible film dari pati kacang merah (*Vigna Angularis* Sp.). (Tesis). Magister teknik kimia. Universitas Diponegoro. 65 Hlm.
- Latief, R. 2001. Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor. 23 Hlm. http://www.hayati_ipb.com/users/rudyet/individu2001/Rindam_latief.htm-87k. Diakses pada 30 Juni 2012.
- Mailisa, T. 2012. Pengaruh konsentrasi asam perasetat dan cmc terhadap sifat kimia pulp berbasis ampasrumput laut *Eucheuma cottonii*(Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandarlampung. 86 Hlm .
- Mindarwati, E. 2006. Kajian pembuatan edible film komposit dari karagenan sebagai pengemas bumbu instan rebus. (Tesis). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 69 Hlm.
- Mujiarto, I. 2005. Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. Jurnal Traksi. 3(2, Desember 2005). 6 Hlm. [Http://mesinunimus.files.wordpress.com/2008/02/sifat-karakteristik-material-plastik.pdf](http://mesinunimus.files.wordpress.com/2008/02/sifat-karakteristik-material-plastik.pdf). Diakses 05 agustus 2012.

- Nourieddini, H. dan Mendikonkuru, V. 1997. Glycerolysis of fats and methyl ester. *J. Am. Oil. Chem. Socs.* 74(4):418-425.
- Nugroho, A., Basito dan R.B. Katri. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan.* 2(1):1-12.
- Satriyo. 2012. Kajian penambahan chitosan, gliserol dan cmc terhadap karakteristik biodegradable film dari bahan komposit nanas. (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 56 Hlm.
- Sintaria, D. 2012. Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida H_2O_2 dan tepung tapioka terhadap sifat fisik kertas berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii*. (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 53 Hlm.
- Syamsu, K., K. Setyowati dan A. Khoiri. 2008. Pengaruh Penambahan Pemlastis (Polietilen Glikol 400, Dietilen Glikol, dan Dimetil Ftalat) terhadap Proses Biodegradasi Bioplastik Poli-B-Hidroksialkanoat pada Media Cair dengan Udara Terlimitasi. *Jurnal Teknologi Pertanian.* 4(1):1-15.
- Tanaga, N. 2010. Analisis kelayakan ekspansi investasi mesin pengolahan limbah plastik pada PT MIKE MEILINDO TANAGA. (Skripsi). Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Jurusan Manajemen. Universitas Bina Nusantara. Jakarta 96 Hlm.
- Theresia, V. 2003. Aplikasi dan karakterisasi sifat fisik mekanik plastik biodegradable dari campuran LLDPE dan tapioka. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor. 68 Hlm.
- Vroman, I., dan L. Tighzert. 2009. Biodegradable Polymers. *Material Journal.* 2:307-344.
- Wahyuni, S. 2001. Mempelajari karakteristik fisik dan kimia edible film dari gelatin tulang domba dengan plasticizer gliserol. (Skripsi). Jurusan Ilmu Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. 78 Hlm.
- Wekridhany, A., Y. Darni dan D. Agustina. 2012. Pengaruh Rasio Selulosa/ NaOH pada Tahap Alkalinisasi terhadap Peningkatan Produksi Natrium Karboksimetil selulosa(Na-CMC) dari Residu Rumput Laut *Eucheuma Spinossu*. *Jurnal Penelitian.* Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. 7 Hlm.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wirawan, S. Agus Prasetya dan Ernie. 2012. Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pectin. *Jurnal Reaktor.* 14(1):67.