



**PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN SERBUK BATANG TEMBAKAU**

**SKRIPSI**

Oleh

**M. Muhaimin  
NIM 141710301054**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN SERBUK BATANG TEMBAKAU**

**SKRIPSI**

Oleh

**M. Muhaimin  
NIM 141710301054**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN SERBUK BATANG TEMBAKAU**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**M. Muhaimin**  
**NIM 141710301054**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kita nikmat yang luar biasa yakni nikmat Iman dan Islam serta nikmat sehat walafiat karena dengan nikmat tersebut serta kemudahan yang diberikanNya skripsi ini dapat terselesaikan. Tidak lupa shalawat beserta salam semoga terlimpahkan pada Nabi Besar Muhammad SAW kepada keluarganya dan para sahabatnya.

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu dan Ayah sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Kakakku atas kasih sayang dan segala dukungan.
2. Guru-guruku tercinta atas kasih sayang dan bimbingan.
3. Almamater kebanggaanku Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
4. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan dan bimbingannya melalui Program Bidikmisi.
5. PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. yang telah memberikan dukungan dan bimbingannya melalui program Indofood Riset Nugraha periode 2018-2019.

**MOTTO**

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.  
(Q.S. Al Baqarah 286)

Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya  
bersama kesulitan itu ada kemudahan.  
(Q.S. Al Insyirah 5-6)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka  
mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.  
(Q.S. Ar Ra'd 11)

Amalan yang paling dicintai oleh Allah SWT adalah amalan yang terus-menerus  
walaupun itu sedikit.  
(HR. Muslim no. 783. Kitab shalat para musafir dan qasharnya, bab keutamaan  
amalan shalat malam yang kontinu dan amalan lainnya)

Ilmu adalah yang bermanfaat dan bukan hanya dihafalkan.  
(Nasehat Imam Syafi'i dalam Siyar A'lamin Nubala, 10:89)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : M. Muhaimin

NIM : 141710301054

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Plastik Biodegradable dari Kulit Singkong dengan Penambahan Serbuk Batang Tembakau**” adalah benar benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Februari 2019

Yang menyatakan,



**M. Muhaimin**

NIM 141710301054

**SKRIPSI**

**PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN SERBUK BATANG TEMBAKAU**

Oleh

**M. Muhaimin  
NIM 141710301054**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Andrew Setiawan Rusdianto, STP., M.Si.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triana Lindriati, ST., MP.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Plastik *Biodegradable* dari Kulit Singkong dengan Penambahan Serbuk Batang Tembakau” karya M. Muhaimin telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 11 Februari 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama,



**Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si.**  
NIP 198204222005011002


Dosen Pembimbing Anggota,



**Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.**  
NIP 196808141998032001

Tim Penguji:

Dosen Penguji Utama,



**Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.**  
NIP 196910051994021001

Dosen Penguji Anggota,



**Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc.**  
NIP 195911301985031004

Mengesahkan  
Dekan,



**Dr. Siswoyo Snekarno, S.TP., M.Eng.**  
NIP 196809231994031009



## RINGKASAN

**Plastik *Biodegradable* dari Kulit Singkong dengan Penambahan Serbuk Batang Tembakau**; M. Muhaimin, 141710301054: 2019: 55 Halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Limbah plastik sudah menjadi permasalahan lingkungan untuk seluruh negara. Masyarakat yang menyukai barang sekali pakai khususnya berbahan plastik menimbulkan penumpukan sampah plastik karena limbah plastik sulit terdegradasi yang berdampak pada pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas air dan tanah. Pembakaran plastik juga bukan pilihan baik. Untuk itu dibutuhkan pengembangan plastik yang bersifat ramah lingkungan yang dikenal dengan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* yang sudah banyak dikembangkan adalah berbahan dasar pati. Penelitian ini menggunakan limbah agroindustri yaitu kulit singkong sebagai sumber pati dan serbuk batang tembakau sebagai penguat alami. Kandungan pati yang cukup tinggi pada kulit singkong memungkinkan digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* yang berkelanjutan. Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati memiliki tekstur yang rapuh karena kadar amilopektin yang tinggi sehingga diperlukan bahan tambahan lain untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya. Salah satunya menggunakan serbuk batang tembakau sebagai penguat alami. Penggunaan *reinforcement* (penguat) serat sebagai penguat pada plastik *biodegradable* masih belum banyak dilakukan. Selain pati kulit singkong dan serbuk batang tembakau sebagai penguatnya, diperlukan *plasticizer* gliserol untuk meningkatkan elastisitas plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk batang tembakau dan gliserol terhadap sifat mekanik dan *biodegradabilitas* film plastik *biodegradable* kulit singkong. Penelitian ini dirancang menggunakan lingkungan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan dua kali pengulangan pengamatan. Parameter yang diamati meliputi sifat mekanik, *biodegradabilitas*, indeks efektifitas, dan c-organik.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan serbuk batang tembakau dan gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap sifat mekanik dan *biodegradabilitas*. Penambahan serbuk batang tembakau dan gliserol dapat meningkatkan nilai ketebalan plastik *biodegradable* antara 0.173-0.283 mm. Nilai persen pemanjangan yang diperoleh berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik pada film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Sedangkan nilai *modulus young* antara 0.08-0.81 MPa. Tingkat *biodegradabilitas* tertinggi pada perlakuan penambahan serbuk batang tembakau 0 % dan gliserol 35 % dengan nilai kehilangan berat sebesar 20.31 % dan berdasarkan hasil uji c-organik plastik *biodegradable* yang dihasilkan dapat meningkatkan kandungan c-organik pada tanah sehingga aman bagi lingkungan.

## SUMMARY

**Biodegradable Plastic from Cassava Peels with The Addition of Tobacco Stem Powder**; M. Muhaimin, 141710301054: 2019: 55 Pages; Study Program of Agroindustrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Plastic waste has become an environmental problem for all countries. People who like disposable goods especially from plastic cause a buildup of plastic waste because plastic waste is difficult to degrade which has an impact on environmental pollution such as decreasing water and soil quality. Plastic burning is also not a good choice. That requires the development of environmentally friendly plastic that is known as plastic biodegradable. Plastic biodegradable that has been developed is made from starch. This study uses agroindustrial waste, namely cassava peel as a source of starch and tobacco stem powder as a natural reinforcement. The high starch content in cassava peel allows it to be used as a raw material sustainable for making plastics biodegradable. Plastic biodegradable made from starch texture is brittle because of the high content of amylopectin that required other additives to improve its mechanical characteristics. One of them uses tobacco stem powder as a natural reinforcement. The use of reinforcement fibers as reinforcement in plastic is biodegradable still not widely done. In addition to cassava peel starch and tobacco stem powder as reinforcement, needed plasticizer is glycerol to increase the elasticity of the plastic biodegradable produced. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the composition of the tobacco stem powder and glycerol on mechanical properties and biodegradability of film plastic biodegradable cassava peel. This study was designed using a completely randomized design environment with two factors. Each treatment was repeated three times and two times repeated observations. The parameters observed included mechanical properties, biodegradability, effectiveness index, and c-organic.

The results showed the addition of tobacco stem powder and glycerol gave a significant effect on mechanical properties and biodegradability. Addition of tobacco stem powder and glycerol can increase the thickness value of plastic biodegradable between 0.173-0.283 mm. The percent elongation value obtained is inversely proportional to the tensile strength value of the plastic film biodegradable produced. While the young modulus is between 0.08-0.81 MPa. The level of biodegradability highest in the treatment of addition of tobacco powder 0 % and glycerol 35 % with a value of weight loss of 20.31 % and based on the test results of c-organic plastic biodegradable produced can increase the content of c-organic soils that are safe for the environment.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Plastik *Biodegradable* dari Kulit Singkong dengan Penambahan Serbuk Batang Tembakau”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua Ibunda tercinta Ibu Rumini dan Ayah Bapak M. Rofik, Kakak Abdul Latif dan Abdul Ghoni serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan do'a dan dukungan selama ini;
2. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi;
4. Dr. Ir. Jayus, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama menyelesaikan skripsi;
6. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan penyelesaian skripsi;
7. Winda Amilia, S.TP., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan selama ini;
8. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng. dan Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc., selaku tim penguji telah memberikan saran dan evaluasi demi perbaikan skripsi;

9. Bapak Tasor dan Bapak Dwi, selaku PLP dan Administrasi Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
10. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan dan bimbingannya melalui Program Bidikmisi;
11. PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. yang telah memberikan dukungan dan bimbingannya melalui Program Indofood Riset Nugraha periode 2018-2019;
12. Teman-teman satu kontrakan Ozy, Yan, Misbah, Muslim, Qais. Teman-teman TIP 14 yang selama kurang lebih 4 tahun bersama dalam suka dan duka dalam perkuliahan serta rekan-rekan Indofood Riset Nugraha 2018-2019;
13. Teman-teman seperjuangan penelitian Mas Ferdianto, Rifki, Akhib, Viko, Oriza, Yoyok, Fresty, Andri, Restika atas bantuan, nasehat, dan motivasi;
14. Teman-teman HIMATIRTA, HIMAGIHASTA, KOSINUS TETA, BPM-FAKULTAS, BPM-UNIVERSITAS yang selama ini bersama dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan yang telah mengajarkan banyak hal dan memberikan pengalaman berharga selama masa pembelajaran di dunia kampus;
15. Keluarga kuliah kerja nyata SDGS 59 gelombang I tahun akademik 2017-2018 Desa Petung Bondowoso yang telah memberikan keceriaan, senyuman, semangat, motivasi, dan doa;
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

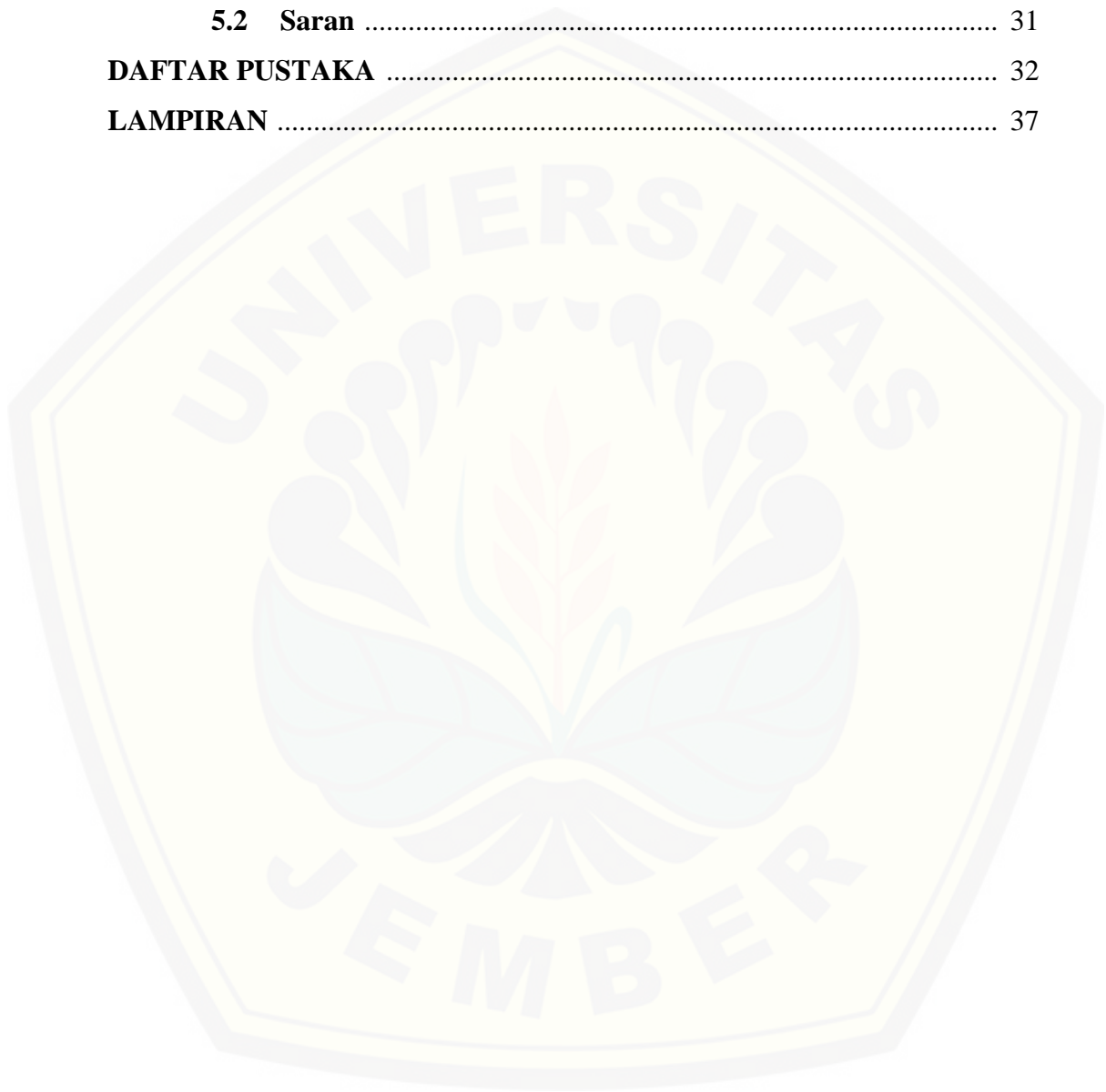
Jember, 11 Februari 2019  
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
<i>SUMMARY</i> .....	ix
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Plastik <i>Biodegradable</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Kulit Singkong</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 Batang Tembakau</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Pati</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Selulosa</b> .....	<b>6</b>
<b>2.6 Gliserol</b> .....	<b>7</b>
<b>2.7 <i>Carboxyl Methyl Cellulose (CMC)</i></b> .....	<b>7</b>
<b>2.8 Asam Asetat</b> .....	<b>8</b>
<b>2.9 Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i></b> .....	<b>8</b>

2.9.1	Ketebalan Film .....	8
2.9.2	Kuat Tarik/Tegangan .....	9
2.9.3	Pemanjangan/Regangan .....	9
2.9.4	<i>Modulus young</i> .....	10
<b>2.10</b>	<b>Nilai Efektifitas</b> .....	10
<b>2.11</b>	<b>Biodegradasi</b> .....	10
<b>2.12</b>	<b>C-Organik</b> .....	11
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	12
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	12
<b>3.2</b>	<b>Bahan dan Alat Penelitian</b> .....	12
3.2.1	Bahan Penelitian .....	12
3.2.2	Alat Penelitian .....	12
<b>3.3</b>	<b>Pelaksanaan Penelitian</b> .....	12
3.3.1	Rancangan Penelitian .....	12
3.3.2	Prosedur Penelitian .....	13
<b>3.4</b>	<b>Parameter Pengamatan</b> .....	16
<b>3.5</b>	<b>Prosedur Analisis</b> .....	17
3.5.1	Uji Ketebalan .....	17
3.5.2	Uji Kuat Tarik, <i>Elongasi</i> , dan <i>Modulus Young</i> .....	17
3.5.3	Uji <i>Biodegradabilitas</i> .....	17
3.5.4	Uji Indeks Efektifitas .....	18
3.5.5	Uji C-Organik .....	19
<b>3.6</b>	<b>Analisa Data</b> .....	19
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
<b>4.1</b>	<b>Penampakan Visual Plastik <i>Biodegradable</i></b> .....	20
<b>4.2</b>	<b>Sifat Mekanik</b> .....	21
4.2.1	Ketebalan .....	21
4.2.2	Kuat tarik .....	22
4.2.3	<i>Elongasi</i> /pemanjangan .....	23
4.2.4	<i>Modulus Young</i> .....	25
<b>4.3</b>	<b><i>Biodegradabilitas</i></b> .....	26

4.4	Penentuan Perlakuan Terbaik .....	28
4.5	C-Organik .....	29
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>31</b>
5.1	Kesimpulan .....	31
5.2	Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>32</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>37</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia kulit singkong .....	5
Tabel 2.2 Kandungan amilosa dan amilopektin dari beberapa pati .....	6
Tabel 3.1 Kombinasi faktor 1 dan faktor 2 .....	13
Tabel 4.1 Hasil uji indeks efektifitas film plastik <i>biodegradable</i> .....	28
Tabel 4.2 Hasil analisa c-organik pada tiga perlakuan terbaik .....	30
Tabel A.1.1 Data hasil analisis ketebalan .....	37
Tabel A.1.2 Rata-rata hasil analisis ketebalan .....	37
Tabel A.1.3 Standar deviasi hasil analisis ketebalan .....	37
Tabel A.1.4 Uji normalitas nilai residual standard ketebalan .....	37
Tabel A.1.5 Uji <i>homogenitas</i> ketebalan .....	38
Tabel A.1.6 Uji ANOVA ketebalan .....	38
Tabel A.1.7 Uji DUNCAN ketebalan .....	38
Tabel A.2.1 Data hasil analisis kuat tarik .....	39
Tabel A.2.2 Rata-rata hasil analisis kuat tarik .....	39
Tabel A.2.3 Standar deviasi hasil analisis kuat tarik .....	39
Tabel A.1.4 Uji normalitas nilai residual standard kuat tarik .....	39
Tabel A.1.5 Uji <i>homogenitas</i> kuat tarik .....	40
Tabel A.1.6 Uji ANOVA kuat tarik .....	40
Tabel A.1.7 Uji DUNCAN kuat tarik .....	40
Tabel A.3.1 Data hasil analisis pemanjangan .....	41
Tabel A.3.2 Rata-rata hasil analisis pemanjangan .....	41
Tabel A.3.3 Standar deviasi hasil analisis pemanjangan .....	41
Tabel A.3.4 Uji normalitas nilai residual standard pemanjangan .....	41
Tabel A.3.5 Uji <i>homogenitas</i> pemanjangan .....	42
Tabel A.1.6 Uji ANOVA pemanjangan .....	42
Tabel A.1.7 Uji DUNCAN pemanjangan .....	42
Tabel A.4.1 Data hasil analisis <i>modulus young</i> .....	43
Tabel A.4.2 Rata-rata hasil analisis <i>modulus young</i> .....	43

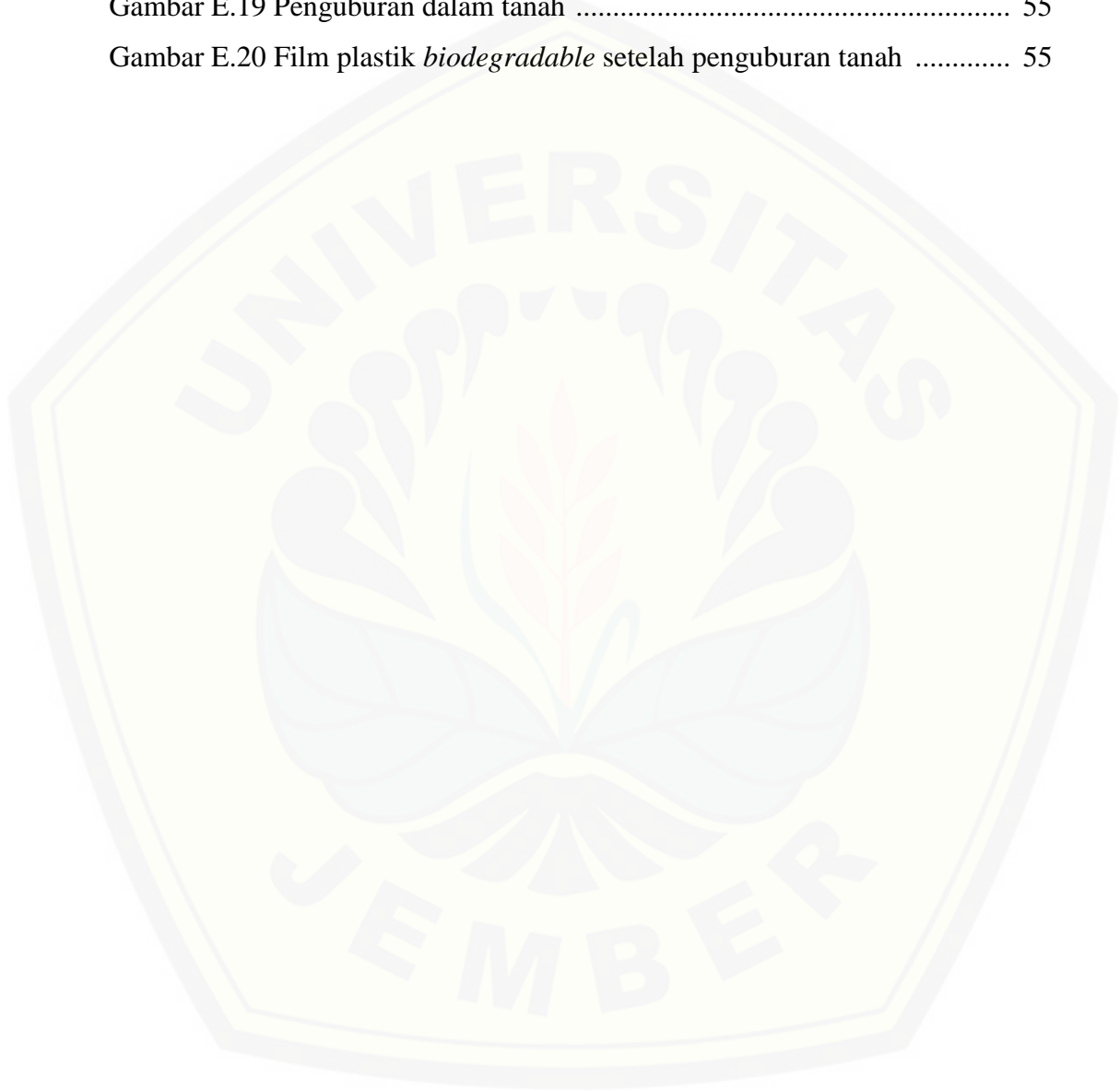


Tabel A.4.3 Standar deviasi hasil analisis <i>modulus young</i> .....	43
Tabel A.4.4 Uji normalitas nilai residual standard <i>modulus young</i> (LG10) ...	43
Tabel A.4.5 Uji <i>homogenitas modulus young</i> (LG10) .....	44
Tabel A.4.6 Uji ANOVA <i>modulus young</i> (LG10) .....	44
Tabel A.4.7 Uji DUNCAN <i>modulus young</i> (LG10) .....	44
Tabel B.1 Data hasil analisis <i>biodegradabilitas</i> .....	45
Tabel B.2 Rata-rata hasil analisis <i>biodegradabilitas</i> .....	45
Tabel B.3 Standar deviasi hasil analisis <i>biodegradabilitas</i> .....	45
Tabel B.4 Uji normalitas nilai residual standard <i>biodegradabilitas</i> .....	45
Tabel B.5 Uji <i>homogenitas biodegradabilitas</i> .....	46
Tabel B.6 Uji ANOVA <i>biodegradabilitas</i> .....	46
Tabel B.7 Uji DUNCAN <i>biodegradabilitas</i> .....	46
Tabel C.1 Data terbaik terjelek .....	47
Tabel C.2 Uji indeks efektifitas .....	47
Tabel D.1 Data hasil kalibrasi standar .....	49
Tabel D.2 Data hasil pengukuran sampel tanah dengan spektrofotometer .....	49

**DAFTAR GAMBAR**

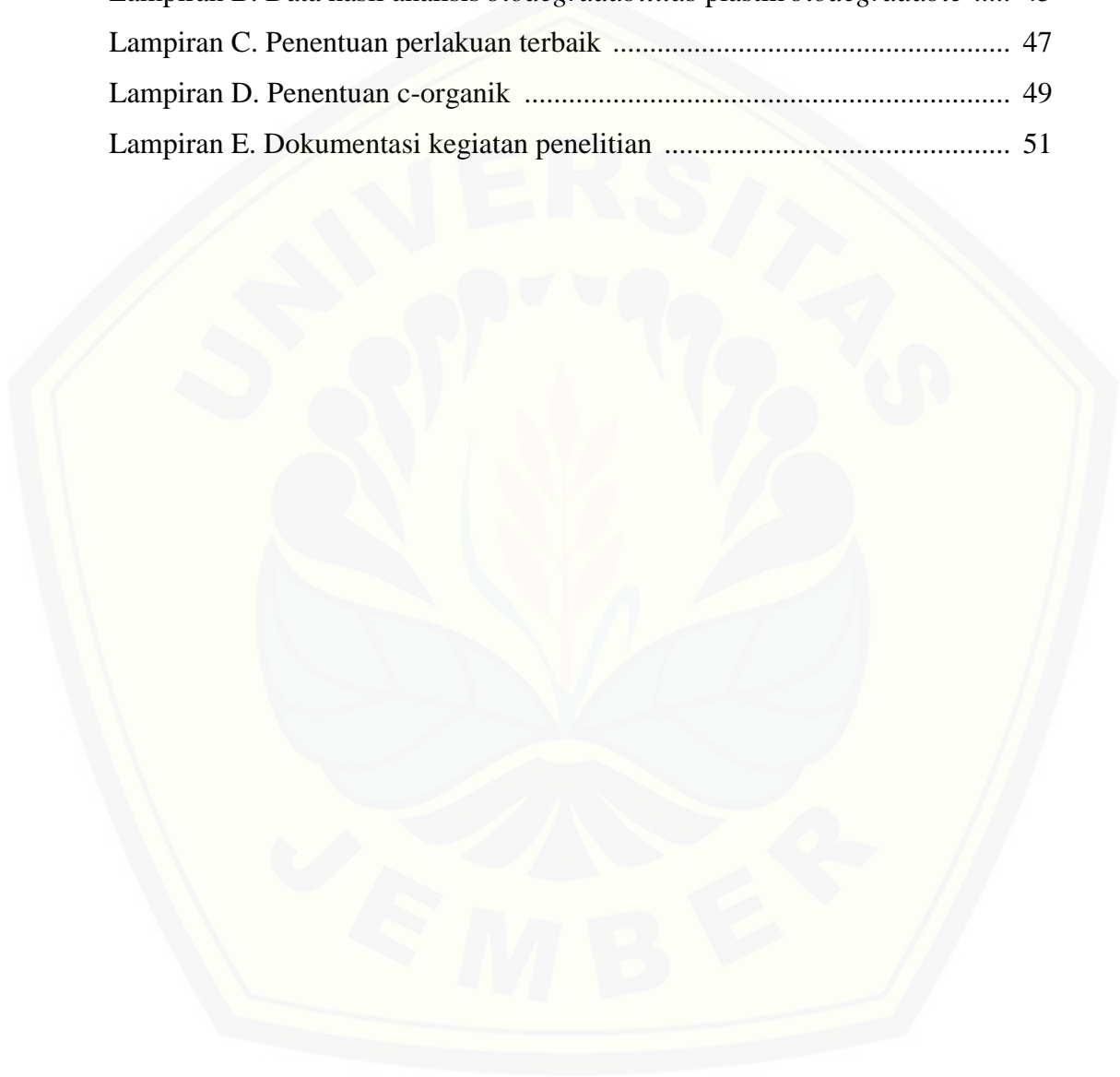
	Halaman
Gambar 2.1 Kulit singkong .....	4
Gambar 2.2 Batang tembakau .....	5
Gambar 3.1 Pembuatan pati kulit singkong .....	14
Gambar 3.2 Pembuatan plastik <i>biodegradable</i> .....	16
Gambar 3.3 Titik pengukuran .....	17
Gambar 3.4 Spesimen ASTM D638-94 .....	17
Gambar 4.1 Sampel plastik <i>biodegradable</i> berdimensi 5 cm x 2 cm .....	20
Gambar 4.2 Nilai ketebalan film plastik <i>biodegradable</i> .....	21
Gambar 4.3 Nilai kuat tarik film plastik <i>biodegradable</i> .....	22
Gambar 4.4 Nilai pemanjangan film plastik <i>biodegradable</i> .....	24
Gambar 4.5 Nilai <i>modulus young</i> film plastik <i>biodegradable</i> .....	25
Gambar 4.6 Nilai <i>biodegradabilitas</i> film plastik <i>biodegradable</i> .....	27
Gambar D.1 Kurva linier kalibrasi standar .....	49
Gambar D.2 Hasil analisa c-organik .....	50
Gambar E.1 Cetakan film plastik .....	51
Gambar E.2 Serbuk batang tembakau .....	51
Gambar E.3 Pembersihan kulit singkong .....	51
Gambar E.4 Kulit singkong bersih .....	51
Gambar E.5 Pengeringan .....	51
Gambar E.6 Pengecilan ukuran .....	51
Gambar E.7 Ampas hasil penyaringan .....	52
Gambar E.8 Pengendapan .....	52
Gambar E.9 Pengayakan .....	52
Gambar E.10 Pati kulit singkong .....	52
Gambar E.11 <i>Thickness gage</i> .....	52
Gambar E.12 Bersama pemilik rumah produksi tape manis sumber madu ....	52
Gambar E. 13 Penimbangan berat sampel uji <i>biodegradabilitas</i> .....	52
Gambar E.14 Pengujian sifat mekanik menggunakan <i>universal testing machine</i> ...	53

Gambar E.15 Spesimen uji sifat mekanik film plastik <i>biodegradable</i> .....	53
Gambar E.16 Sampel plastik <i>biodegradable</i> berdimensi 5 cm x 2 cm .....	54
Gambar E.17 Kawat loket .....	54
Gambar E.18 Film plastik <i>biodegradable</i> sebelum penguburan tanah .....	54
Gambar E.19 Penguburan dalam tanah .....	55
Gambar E.20 Film plastik <i>biodegradable</i> setelah penguburan tanah .....	55



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Data hasil analisis sifat mekanik plastik <i>biodegradable</i> .....	37
Lampiran B. Data hasil analisis <i>biodegradabilitas</i> plastik <i>biodegradable</i> .....	45
Lampiran C. Penentuan perlakuan terbaik .....	47
Lampiran D. Penentuan c-organik .....	49
Lampiran E. Dokumentasi kegiatan penelitian .....	51



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah plastik sudah menjadi permasalahan lingkungan untuk seluruh negara. Salah satunya negara Indonesia yang menjadi penghasil sampah plastik ke laut nomor dua setelah Cina sebesar 187, 2 ton (Jambeck *et al.*, 2015). Akibatnya, ditemukan beberapa jenis ikan di Pasar Paotere Makassar terbukti mengandung mikroplastik pada bagian usus (Rochman *et al.*, 2015). Plastik sintesis berbahan baku minyak bumi beredar bebas di masyarakat. Sementara itu, Cadangan minyak bumi Indonesia hanya 3,3 miliar barel yang diperkirakan akan habis dalam waktu 11-12 tahun kedepan (Arcandra, 2018).

Waktu yang dibutuhkan sampah plastik sintetis bahan baku minyak bumi untuk dapat terdegradasi adalah 450 hingga 600 tahun (Katz, 1995) sehingga menimbulkan penumpukan sampah plastik yang dapat mencemari lingkungan seperti penurunan kualitas air dan tanah. Pembakaran plastik juga bukan pilihan baik. Plastik yang tidak sempurna terbakar pada suhu 800 °C akan membentuk dioksin yang berbahaya bagi kesehatan (Vedder, 2008). Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan pengembangan plastik yang bersifat ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* merupakan salah satu upaya untuk keluar dari permasalahan plastik sintesis berbahan baku minyak bumi yang bahan bakunya terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Plastik *biodegradable* yang sudah banyak dikembangkan adalah berbahan dasar pati.

Kabupaten Jember merupakan salah satu produksi singkong cukup besar dimana total produksi singkong pada tahun 2013 mencapai 41.560 ton, dengan luas area panen mencapai 2.427 ha dan produktivitas 171,24 kw/ha/tahun (BPS, 2014). Setiap batang umbi dapat menghasilkan 10-15 % kulit singkong. Jumlah limbah kulit berwarna coklat dan kasar sebesar 0.5-2 % dari berat total singkong segar dan limbah kulit berwarna putih dan halus sebesar 8-15 % (Grace, 1997). Menurut Richana (2013) kulit singkong mengandung 44-59 % pati. Kandungan pati yang cukup tinggi pada kulit singkong memungkinkan digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* berbahan

dasar pati memiliki tekstur yang rapuh karena kadar amilopektin yang tinggi yaitu 60,15 % (Nisah, 2017) sehingga diperlukan bahan tambahan lain untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya. Salah satunya menggunakan serbuk batang tembakau sebagai penguat alami. Penggunaan *reinforcement* (penguat) serat sebagai penguat pada plastik *biodegradable* masih belum banyak dilakukan. Jumlah limbah batang tembakau kering di Jember sebesar 2592.1 ton (PTPN X, 2018). Limbah agroindustri dalam jumlah besar ini berpotensi dikembangkan menjadi plastik yang bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan yang dikenal dengan plastik *biodegradable*.

Penelitian ini menggunakan limbah agroindustri yaitu kulit singkong sebagai sumber pati dan serbuk batang tembakau sebagai penguat alami. Selain berbahan pati kulit singkong dan serbuk batang tembakau sebagai penguatnya, diperlukan *plasticizer* gliserol untuk meningkatkan elastisitas plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Gliserol adalah salah satu pemlastis pati yang menghasilkan plastik *biodegradable* homogen dan elastis (Hasanah, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian pembuatan plastik *biodegradable* berbahan pati kulit singkong dengan penguat serbuk batang tembakau perlu dilakukan guna menggali potensi bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Penambahan serbuk batang tembakau dan gliserol bertujuan untuk menghasilkan plastik *biodegradable* dengan sifat mekanik yang baik. Penelitian ini mendukung penanganan limbah yang ramah lingkungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serbuk batang tembakau dan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik *biodegradable* kulit singkong ?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serbuk batang tembakau dan gliserol terhadap uji *biodegradabilitas* film plastik *biodegradable* kulit singkong ?

### 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk batang tembakau dan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik *biodegradable* kulit singkong.
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk batang tembakau dan gliserol terhadap uji *biodegradabilitas* film plastik *biodegradable* kulit singkong.

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memperkaya bahan kajian pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar limbah agroindustri untuk membantu pemerintah memecahkan masalah lingkungan khususnya limbah plastik.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* mampu terurai oleh alam atau mikroorganisme dalam waktu yang lebih singkat dan menghasilkan senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik *biodegradable* merupakan jenis plastik yang terbuat dari bahan biomassa (SNI 7188.7:2016). Bahan biomassa antara lain limbah pertanian, tinja, dan kotoran ternak. Penguraian plastik *biodegradable* pada media tanah mengalami tingkat *biodegradabilitas* lebih mudah atau singkat daripada penguraian plastik sintesis minyak bumi. Plastik *biodegradable* dapat dilihat dari bahan baku atau bahan tambahan yang digunakan yaitu bahan terbarukan yang menjadikan plastik terdegradasi dengan mudah (LIPI, 2016). Plastik *biodegradable* berkembang sangat pesat di beberapa negara maju seperti Jerman, Prancis, Jepang, Korea, Amerika Serikat, Inggris dan Swiss yang ditujukan untuk menggali berbagai potensi bahan baku pembuatan plastik.

### 2.2 Kulit Singkong



Gambar 2.1 Kulit singkong

Singkong terdiri atas tiga lapisan yaitu lapisan epidermis tipis berwarna coklat, lapisan dermis dengan ketebalan 2-3 mm, dan lapisan daging umbi (Sediaotama dan Djaeni, 1987). Singkong memiliki bentuk batang bulat dan bergerigi dan bagian tengahnya bergabus. Ketinggian tanaman singkong dapat tumbuh mencapai 1-4 meter. Singkong mempunyai panjang fisik yang berbeda tergantung jenis yang ditanam, rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm dan daging umbinya berwarna putih. Kulit singkong yang dihasilkan kurang



lebih 8-15 % dari berat singkong yang dikupas (Grace, 1977). Berikut komposisi kimia kulit singkong.

Tabel 2.1 Komposisi kimia kulit singkong

Komposisi Kimia	%
Air	7,9-10,32
Pati	44-59
Protein	1,5-3,7
Lemak	0,8-2,1
Abu	0,2-2,3
Serat	17,5-27,4
Ca	0,42-0,77
Mg	0,12-0,24
P	0,02-0,10
HCN (ppm)	18,0-309,4 (ppm)

Sumber: Richana (2013)

### 2.3 Batang Tembakau



Gambar 2.2 Batang tembakau

Tembakau merupakan salah satu tanaman perkebunan yang ada di Jember. Pemanfaatan tembakau selama ini hanya dilakukan pada daun tembakau. Daun tembakau sering digunakan sebagai bahan baku rokok (Cahyono, 1998). Potensi lain dari tanaman tembakau antara lain ada pada batang tembakau yang belum termanfaatkan secara maksimal sedangkan limbah tanaman tembakau tersebut jumlahnya melimpah sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi produk yang lebih bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis. Menurut Hertanto (2014), setiap tanaman tembakau akan menghasilkan sekitar 0.5 kg limbah akar dan batang tembakau. Dengan luas area sekitar 200 ribu ha di Indonesia (Ditjenbun, 2016) dengan populasi 18.000 tanaman/ha (Rachman dkk., 2005) diperkirakan jumlah limbah batang tembakau yang dihasilkan adalah sekitar 1,8 juta ton limbah batang tembakau di Indonesia. Limbah batang tembakau kering jenis burley

varietas B98/N mengandung selulosa 36-38 % (Srbinska *et al.*, 2012). Perbedaan kandungan selulosa pada batang tembakau dapat disebabkan oleh jenis tanaman yang berbeda, kondisi tanaman, dan lain-lain. Kandungan senyawa selulosa pada batang tembakau dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kuat tarik pada plastik *biodegradable*.

#### 2.4 Pati

Pati memiliki dua fraksi yaitu fraksi terlarut dinamakan amilosa dan fraksi tidak larut dinamakan amilopektin (Winarno, 1982). Struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa adalah struktur amilosa. Amilosa memiliki berat molekul rata-rata 10.000-60.000 dan memberikan sifat keras. Sedangkan amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan  $\alpha$ -(1,6) (Zulfa, 2011). Berikut kandungan dan amilosa dan amilopektin.

Tabel 2.2 Kandungan amilosa dan amilopektin dari beberapa pati

Pati	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
Sagu	21,7	62,51
Garut	19,4	59,35
Singkong	18,0	60,15

Sumber: Nisah (2017)

#### 2.5 Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Selulosa terdiri dari unit-unit glukosa yang memiliki tiga gugus hidroksil dan tersambung dengan ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik yang membentuk suatu rantai makromolekul tidak bercabang (Zugenmaier, 2008). Gugus hidroksil memungkinkan selulosa membentuk banyak ikatan hidrogen. Hal tersebut menyebabkan kekakuan dan gaya antar rantai yang tinggi sehingga selulosa tidak larut dalam air (Billmeyer, 1987). Selulosa sering digunakan sebagai bahan dasar karena memiliki sifat fisik yang kuat, tahan terhadap panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis, tidak mudah larut dalam air sehingga tidak mudah mengalami kerusakan (Putera, 2012). Kekuatan renggang yang tinggi disebabkan oleh

pasangan molekul selulosa yang saling berikatan satu sama lain dengan ikatan hidrogen membentuk mikrofibril yang bersifat seperti kristal (Summerscales *et al.*, 2010).

## 2.6 Gliserol

Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Gliserol larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol memiliki rumus  $C_3H_8O_3$ . Gliserol merupakan cairan tidak berwarna dan tidak berbau. Cairan kental dengan densitas 1,261, memiliki titik lebur  $18,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan titik didih sebesar  $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis (Poedjiadi, 2006). Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang banyak digunakan karena cukup efektif mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekuler. Peningkatan konsentrasi gliserol menghasilkan formasi matriks polimer lebih banyak sehingga menurunkan kuat tarik dan meningkatkan pemanjangan (Choi dan Han, 2001). Plastik *biodegradable* yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada edible film berbasis pati (Bourtoom, 2008).

## 2.7 Carboxyl Methyl Cellulose (CMC)

*Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) merupakan turunan dari selulosa alami berupa senyawa anion yang bersifat *biodegradable*, tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air. Ada beberapa fungsi CMC terpenting yaitu sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, dan pengemulsi. Sebagai pengemulsi, CMC sangat baik digunakan untuk memperbaiki kenampakan tekstur. Sebagai pengental, CMC mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air terperangkap dalam struktur gel yang dibentuk oleh CMC

(Fardiaz, 1986). CMC yang digunakan sebaiknya dalam konsentrasi rendah karena jika konsentrasi terlalu tinggi CMC tidak lagi terdispersi didalam larutan melainkan membentuk gumpalan yang mengapung dipermukaan karena molekul air sudah terikat semua (Ganz, 1997).

## 2.8 Asam Asetat

Asam asetat, asam etanoat, atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang merupakan asam karboksilat yang paling penting di perdagangan, industri, dan laboratorium. Asam asetat dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam asetat memiliki rumus  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , atau  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ . Bentuk murni dari asam asetat ialah asam asetat glasial. Asam asetat glasial mempunyai ciri-ciri tidak berwarna, mudah terbakar (titik beku  $17^\circ\text{C}$  dan titik didih  $118^\circ\text{C}$ ) dengan bau pedas menggigit, dapat bercampur dengan air dan banyak pelarut organik. Asam asetat adalah pelarut protik hidrofilik (polar) mirip seperti air dan etanol. Asam asetat bercampur dengan mudah pada pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform, dan heksana. Sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam asetat ini membuatnya digunakan secara luas dalam industri kimia dan laboratorium (Hart dkk., 2003). Penambahan asam asetat dalam proses pembuatan film plastik *biodegradable* berfungsi sebagai pelarut (Anita dkk., 2013; Yuniarti dkk., 2014).

## 2.9 Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

Sifat mekanik film plastik yang menjadi standar kekuatan dari film plastik umumnya terdiri dari kuat tarik, pemanjangan, dan *modulus young*.

### 2.9.1 Ketebalan Film

Ketebalan film merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film dan ukuran plat pencetak. Ketebalan film diukur dengan menggunakan *thickness gage*. Hasil ketebalan film akan digunakan untuk menghitung luas permukaan sampel.

### 2.9.2 Kuat Tarik/Tegangan (*Tensile strength*)

Kuat tarik atau kuat renggang putus (*tensile-strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Pengukuran *tensile-strength* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang sampai putus (Krochta *et al.*, 1997). Uji tarik dilakukan dengan benda uji ditarik dari dua arah, sehingga panjangnya bertambah dan diameternya mengecil. Besarnya beban dan pertambahan panjang dicatat selama pengujian. Adapun secara matematis kuat tarik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TS = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan:

TS = *tensile-strength* (MPa)

F<sub>max</sub> = gaya maksimum (N)

A<sub>0</sub> = luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

### 2.9.3 Pemanjangan/Regangan (*Elongation at break*)

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga film terputus. Kemampuan film untuk merenggang didefinisikan sebagai fraksi perubahan panjang bahan sebagai efek dari deformasi (Alyanak, 2005). Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang film saat putus dan panjang film sebelum ditarik oleh *universal testing machine*. Adapun secara matematis persen pemanjangan (elongasi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$e(\%) = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100$$

Keterangan:

e = elongasi (%)

L<sub>1</sub> = panjang akhir benda uji (mm)

L<sub>0</sub> = panjang awal benda uji (mm)

#### 2.9.4 *Modulus Young*

*Modulus young* merupakan ukuran kekakuan suatu material yang diperoleh dari perbandingan antara kuat putus (tegangan) dan pemanjangan saat putus (regangan). Semakin tinggi nilai *modulus young* bahan maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku (Sulityo dan Ismiyati, 2012).

#### 2.10 Nilai Efektifitas

Nilai efektifitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dengan cara memberikan bobot nilai pada masing-masing parameter dengan angka relatif 0-1. Bobot nilai berbeda tergantung dari kepentingan masing-masing parameter yang dihasilkan dari perlakuan. Semakin tinggi tingkat kepentingan maka semakin tinggi nilai bobot variabel yang diberikan (De Garmo *et al.*, 1994).

#### 2.11 Biodegradasi

Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Degradasi (*degradation*) merupakan proses satu arah (*irreversible*) yang mengarah pada perubahan signifikan dari suatu struktur material dengan cara kehilangan komponen misalnya berat molekul atau berat struktur, disertai dengan pemecahan (*fragmentation*). Degradasi disebabkan oleh kondisi lingkungan dan terjadi dalam satu tahap atau lebih sedangkan plastik *biodegradable* menunjukkan keadaan plastik yang terdegradasi sebagai hasil dari aktivitas alam yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan alga.

Senyawa-senyawa hasil degradasi plastik *biodegradable* selain menghasilkan karbondioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik dan aldehid sehingga plastik ini aman bagi lingkungan. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan ternak atau sebagai pupuk kompos. Sampel plastik *biodegradable* diuji dengan menggunakan metode yang dinamakan *soil burial test* atau metode uji penguburan dalam tanah. Metode ini bertujuan untuk melihat persen kehilangan berat sampel pada proses degradasi sehingga akan bisa

diramalkan berapa lama sampel tersebut akan terurai oleh mikroorganisme dalam tanah (Ardiansyah, 2011).

### **2.12 C-Organik**

Kandungan karbon dalam tanah mencerminkan kandungan bahan organik dalam tanah yang merupakan tolak ukur yang penting untuk pengelolaan tanah. Bahan organik tanah adalah sisa-sisa bahan tanaman, hewan, dan mikroorganisme yang telah mengalami penghancuran dan pelapukan karena aktivitas fauna dan mikroorganisme yang hidup dalam tanah. Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dan dirombak oleh bakteri-bakteri tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air (Hanafiah, 2005).

C-organik tanah menunjukkan kadar bahan organik yang terkandung didalam tanah. Utami dan Handayani (2003) menjelaskan bahwa dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan c-organik tanah dan juga dengan peningkatan c-organik tanah juga dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia, dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah sehingga keberadaan c-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah. Kadar bahan organik terbanyak ditemukan pada lapisan atas setebal 20 cm sehingga lapisan tanah makin ke bawah maka bahan organik yang dikandungnya akan semakin kurang (Hakim, 1986). Uji kandungan c-organik untuk mengetahui pengaruh terhadap lingkungan dan tingkat pelapukan serta kecepatan penguraian bahan organik dalam tanah (Backhtiar, 2006).

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, dan Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan September 2018-Januari 2019.

#### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

##### **3.2.1 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi: kulit singkong baru dikupas (UKM pengolahan tape manis di Sumberpinang Pakusari Jember), serbuk batang tembakau TBN H382 (Balai Penelitian Tembakau Jember), gliserol, *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC), asam asetat glasial, aquades, tanah, dikromat, asam sulfat pekat, dan *silica gel*.

##### **3.2.2 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: *hot plate magnetic stirrer* (Medline Scientific), oven (Daihan Labtech Model LDO-080N), *tabletop microscope* (Hitachi TM3030Plus), blender (National), ayakan tyler 100 mesh, stopwatch (Samsung), *universal testing machine* (Shimadzu SM-500N-158), cetakan 20 cm x 15 cm, *thickness gage* (Mitutoyo), timbangan digital (Acis BC-500), spektrofotometer uv-vis, timbangan analitik (Sartorius), kain saring, kawat loket, cup plastik 16 oz, dan alat-alat gelas (Herma).

#### **3.3 Pelaksanaan Penelitian**

##### **3.3.1 Rancangan Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Rancangan lingkungan digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama volume gliserol dengan 3 taraf, yaitu 25



% (G1), 30 % (G2), dan 35 % (G3) dari berat pati kulit singkong. Faktor kedua variasi penambahan serbuk batang tembakau yang digunakan dengan 4 taraf, yaitu 0 % (P0), 10 % (P1), 20 % (P2), 30 % (P3) dari berat pati kulit singkong. Kombinasi perlakuan dari kedua faktor di atas dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kombinasi faktor 1 dan faktor 2

Volume Gliserol	Penambahan Serbuk Batang Tembakau			
	P0	P1	P2	P3
G1	P0G1	P1G1	P2G1	P3G1
G2	P0G2	P1G2	P2G2	P3G2
G3	P0G3	P1G3	P2G3	P3G3

Keterangan :

P0G1 : Serbuk batang tembakau 0 % dan gliserol 25 %	P2G1 : Serbuk batang tembakau 20 % dan gliserol 25 %
P0G2 : Serbuk batang tembakau 0 % dan gliserol 30 %	P2G2 : Serbuk batang tembakau 20 % dan gliserol 30 %
P0G3 : Serbuk batang tembakau 0 % dan gliserol 35 %	P2G3 : Serbuk batang tembakau 20 % dan gliserol 35 %
P1G1 : Serbuk batang tembakau 10 % dan gliserol 25 %	P3G1 : Serbuk batang tembakau 30 % dan gliserol 25 %
P1G2 : Serbuk batang tembakau 10 % dan gliserol 30 %	P3G2 : Serbuk batang tembakau 30 % dan gliserol 30 %
P1G3 : Serbuk batang tembakau 10 % dan gliserol 35 %	P3G3 : Serbuk batang tembakau 30 % dan gliserol 35 %

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan dua kali pengulangan pengamatan (*duplo*) kemudian diuji sifat mekanik (kuat tarik, pemanjangan, dan *modulus young*) dan uji *biodegradabilitas*. Setelah itu, dilakukan pemilihan perlakuan terbaik, dan uji c-organik.

### 3.3.2 Prosedur Penelitian

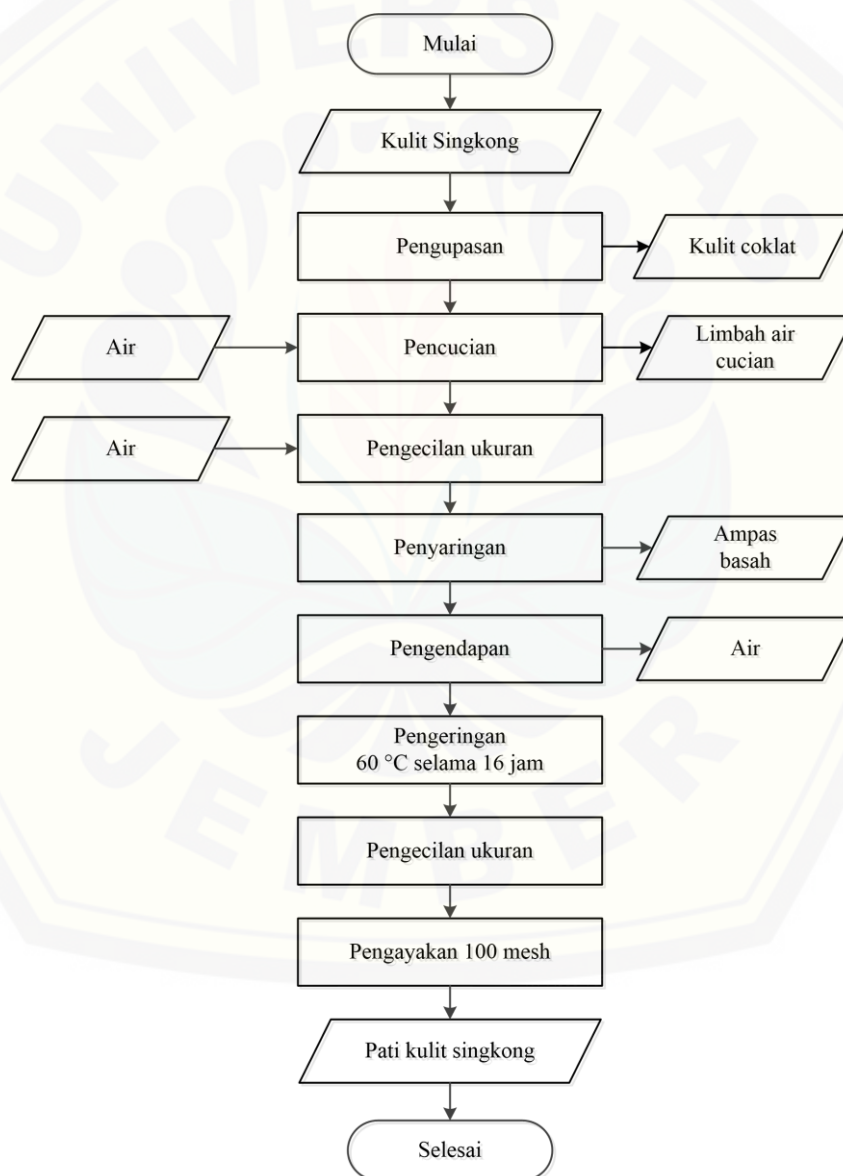
Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu preparasi bahan baku dan pembuatan plastik *biodegradable*.

#### a. Preparasi Bahan Baku

Preparasi bahan baku yang dilakukan hanya pembuatan pati kulit singkong sedangkan serbuk batang tembakau kering diperoleh dari Balai Penelitian Tembakau Jember yang kemudian diayak 100 mesh.

Kulit singkong diperoleh dari UKM pengolahan tape manis di Sumberpinang Pakusari Jember. Kulit Singkong dibersihkan kulit terluarnya yang berwarna coklat dan dilakukan pencucian hingga bersih. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender dan ditambahkan air sehingga terbentuk

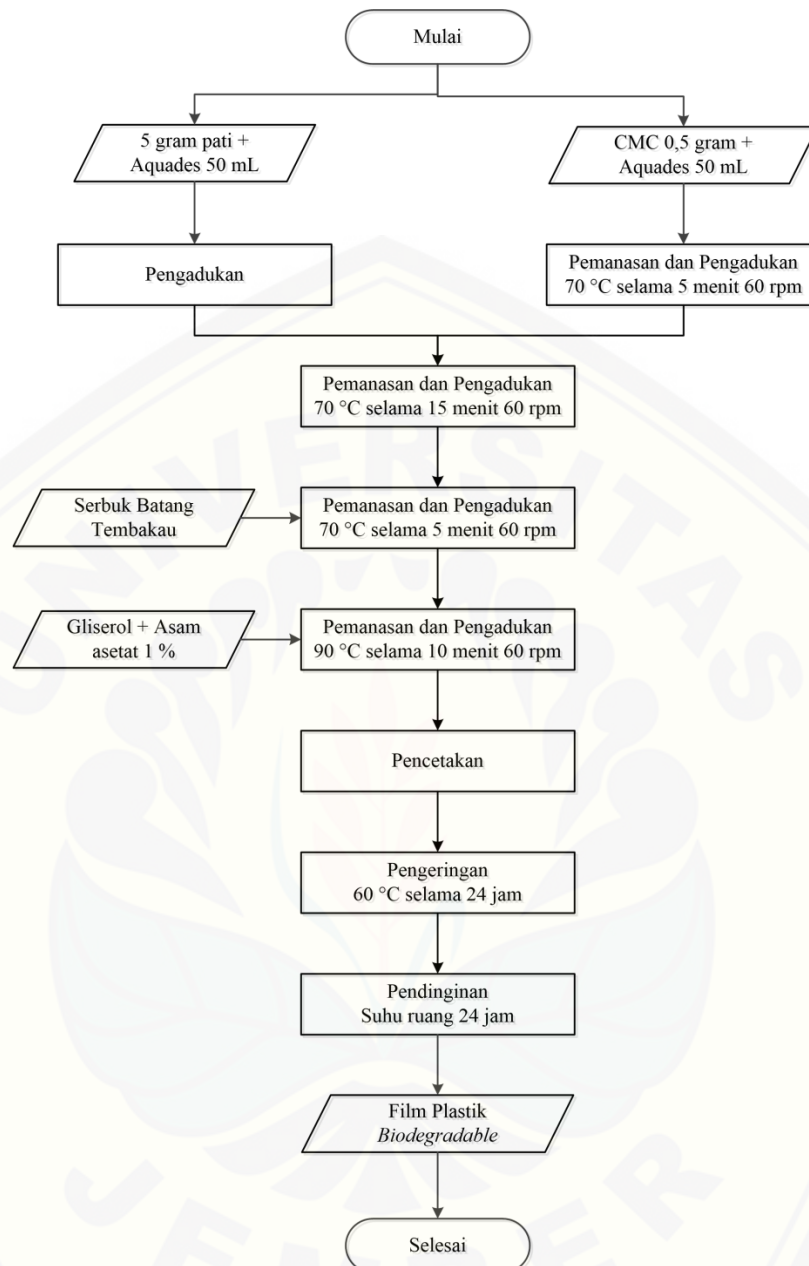
bubur. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kain saring sehingga pati lolos dari saringan sebagai suspensi pati dan serat tertinggal pada saringan. Suspensi pati hasil ekstraksi diendapkan dalam wadah pengendapan selama 12 jam. Pati akan mengendap sebagai pasta, cairan di atas endapan dibuang. Kemudian dilakukan pengeringan pada pasta menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 16 jam (BPTP, 2011). Tepung kasar kemudian diblender tanpa air dan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 100 mesh. Diagram alir pembuatan pati kulit singkong dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Pembuatan pati kulit singkong (Sumber: Mustafa dengan modifikasi, 2015)

b. Pembuatan plastik *biodegradabel*

Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan metode *blending* pada temperature 90 °C. Tahap pertama pati kulit singkong, CMC, dan serbuk batang tembakau ditimbang sesuai perlakuan menggunakan neraca digital kemudian dimasukkan CMC ke dalam gelas beaker 250 mL berisi aquades dengan volume 50 ml dipanaskan dengan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu 70 °C selama 5 menit kecepatan 60 rpm. Setelah itu dimasukkan pati kulit singkong ke dalam gelas beaker 100 mL berisi aquades dengan volume 50 mL diaduk hingga larut kemudian dituangkan ke dalam gelas beaker 250 mL yang berisi larutan CMC pada suhu 70 °C selama 15 menit kecepatan 60 rpm. Selanjutnya serbuk batang tembakau dengan variasi perlakuan dicampurkan ke dalam larutan pada suhu 70 °C selama 5 menit kecepatan 60 rpm. Kemudian tambahkan gliserol sesuai perlakuan dan asam asetat 1 % ke dalam larutan pada suhu 90 °C selama 10 menit kecepatan 60 rpm. Selanjutnya larutan dituang ke dalam cetakan 20 cm x 15 cm dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Penipisan dilakukan dengan penggoyangan cetakan agar merata. Setelah kering dan terbentuk lembaran kemudian didinginkan selama 24 jam pada suhu ruang kemudian dipotong sesuai uji dan disimpan kedalam toples *silica gel*. Diagram alir pembuatan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Pembuatan plastik *biodegradable* (Sumber: Rofikah dkk dengan modifikasi, 2013)

### 3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

1. Sifat Mekanik (ASTM D638-94, Arbiantara dkk., 2013);
2. *Biodegradabilitas* (Ardiansyah dengan modifikasi, 2011);
3. Indeks Efektifitas (De Garmo *et al.*, 1994);
4. C-organik (Masrun, 2018).

### 3.5 Prosedur Analisis

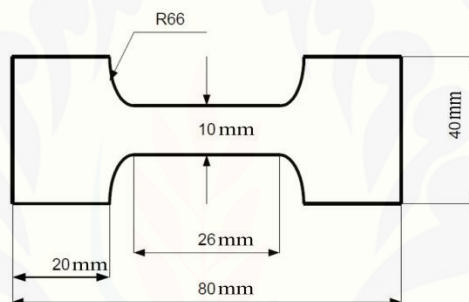
#### 3.5.1 Uji Ketebalan

Uji ketebalan dilakukan dengan menggunakan alat *thickness gage*. Sampel uji diukur ketebalannya pada tiga posisi yang berbeda dan kemudian diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan mm.



Gambar 3.3 Titik pengukuran

#### 3.5.2 Uji Kuat Tarik, Elongasi, dan *Modulus Young*



Gambar 3.4 Spesimen ASTM D638-94

Uji kuat tarik dan elongasi dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing machine*. Potongan plastik *biodegradabel* dengan ukuran lebar 10 mm dan panjang 80 mm disimpan terlebih dahulu dalam toples berisi silika gel selama satu hari. Bentuk dan ukuran spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.4. Dengan mengikuti prosedur kerja alat maka akan didapatkan data untuk *tensile strength* dan *elongation at break*. *Modulus young* diperoleh dari perbandingan antara kuat tarik dengan elongasi.

$$\text{Elastisitas} = \frac{\text{Kuat Tarik (MPa)}}{\text{Elongasi (\%)}}$$

#### 3.5.3 Uji *Biodegradabilitas*

Prosedur uji *biodegradabilitas* plastik *biodegradable* dilakukan dengan metode *soil burial test*. Pertama, tanah dan wadah (Gambar E.19) disiapkan untuk media penguburan sampel ke dalam tanah. Kedua, kawat loket dipotong

berdimensi 4,5 cm x 7,5 cm dan sampel plastik *biodegradable* berdimensi 5 cm x 2 cm untuk setiap perlakuan. Ketiga, sampel plastik *biodegradable* dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 5 jam kemudian sampel ditimbang sehingga diperoleh berat sampel awal. Keempat, sampel plastik *biodegradable* kering dijepit dengan kawat loket dan diikat menggunakan benang jahit. Kelima, sampel plastik *biodegradable* yang sudah dijepit menggunakan kawat loket dikubur ke dalam tanah selama 5 hari. Keenam, sampel dikeluarkan dari media tanah secara hati-hati setelah 5 hari. Sampel dibersihkan dari tanah kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 5 jam. Setelah itu, sampel ditimbang sehingga diperoleh berat sampel akhir. Selanjutnya sampel dihitung persen kehilangan berat dengan menggunakan persamaan matematis sebagai berikut:

$$\% \text{ berat} = \frac{(B1 - B2)}{B1} \times 100\%$$

Keterangan:

B1 = berat sampel awal (g)

B2 = berat sampel akhir (g)

#### 3.5.4 Uji Indeks Efektifitas

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan menggunakan uji efektifitas dengan cara menentukan bobot nilai (B.V) pada masing-masing parameter dengan angka relatif 0-1. Bobot nilai tergantung dari kepentingan masing-masing parameter yang diamati. Nilai efektifitas ditentukan dengan rumus:

$$N.E = \frac{(\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terjelek})}{(\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terjelek})}$$

Nilai hasil (N.H) dari masing-masing parameter ditentukan dari hasil perkalian antara nilai efektifitas (N.E) dengan bobot normal (B.N). Nilai hasil dari tiap parameter dijumlahkan untuk mengetahui total nilai hasil. Total nilai hasil yang tertinggi menunjukkan perlakuan terbaik.

### 3.5.5 Uji C-Organik

Prosedur uji c-organik dilakukan pada 3 perlakuan terbaik. Tanah dan wadah (cup plastik 16 oz) disiapkan untuk media penguburan sampel ke dalam tanah. Lama penguburan sampel dilakukan sampai 100 % kehilangan berat pada sampel. Metode analisa c-organik yang digunakan adalah metode *walkley and black*. Sampel tanah kering ditimbang 0,5 g dalam labu ukur 100 mL. Kemudian ditambahkan 5 mL dikromat 1 N sambil dikocok. Setelah itu, ditambahkan 7,5 mL asam sulfat pekat sambil dikocok kembali dan diamankan selama 30 menit. Kemudian diencerkan dengan aquades hingga sampai tanda batas kemudian dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam. Selanjutnya larutan disaring sebelum pengukuran absorbansi untuk analisa sampel dengan alat spektrofotometer. Untuk mengetahui kadar c-organik pada tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar C - Organik (\%)} = \frac{(\text{ppm kurva} \times \left(\frac{\text{ml ekstrak}}{1000}\right))}{\text{berat kering } 105^{\circ}\text{C} \times 1000} \times 100$$

### 3.6 Analisa Data

Data hasil penelitian diolah dengan aplikasi SPSS versi 20 menggunakan metode ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan pada tingkat  $\alpha=0.05$ . Jika perlakuan menunjukkan perbedaan dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5 %. Selanjutnya, untuk menentukan perlakuan terbaik didapatkan dengan mempertimbangkan nilai ketebalan, kuat tarik, permanjangan, *modulus young*, dan *biodegradabilitas* dengan menggunakan uji indeks efektifitas. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan histogram kemudian dijelaskan secara deskriptif.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian tentang sintesis plastik *biodegradable* dari kulit singkong dengan penambahan serbuk batang tembakau, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serbuk batang tembakau dan gliserol dapat meningkatkan nilai ketebalan plastik *biodegradable* antara 0.173-0.283 mm. Nilai persen pemanjangan yang diperoleh berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik pada film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Sedangkan nilai *modulus young* antara 0.08-0.81 MPa.
2. Tingkat *biodegradabilitas* tertinggi pada perlakuan penambahan serbuk batang tembakau 0 % dan gliserol 35 % dengan nilai kehilangan berat sebesar 20.31 % dan berdasarkan hasil uji c-organik plastik *biodegradable* yang dihasilkan dapat meningkatkan kandungan c-organik pada tanah sehingga aman bagi lingkungan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang laju transmisi uap air, lama pengadukan, laju degradasi, dan analisa FTIR untuk bahan pengkajian kelayakan aplikasi plastik *biodegradable* kulit singkong dengan penambahan serbuk batang tembakau yang dihasilkan dalam kehidupan sehari-hari.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Alyanak, D. 2005. Water Vapour Permeable Edible Membranes. *Thesis*. Turkey: Biotechnology and Bioengineering Program Izmir Institute of Technology.
- American Society for Testing and Materials. 1995. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, Annual Book of ASTM Standards. ASTM D638-94. Philadelphia: American Society For Testing and Materials.
- Anita, Z., F. Akbar, dan H. Harahap. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (2): 37-41.
- Arbiantara, H., M. Darsin, dan T. Lindriati. 2013. Pengaruh Proses Pengadukan Terhadap Karakter Adonan dan Sifat Biodegradable Plastic yang dibuat dari Bungkil Biji Jarak Pagar. *Jurnal Rotor*. 6 (1).
- Arcandra. 2018. Ini Angka Cadangan Migas Indonesia dan Cara Meningkatkan. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/ini-angka-cadangan-migas-indonesia-dan-cara-meningkatkannya>. [Diakses pada 20 Juni 2018].
- Ardiansyah, R. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Avérous, L. and Pollet, E., 2012. *Biodegradable polymers: In Environmental silicate nano-biocomposites*. London: Springer.
- Bachtiar, E. 2006. *Ilmu Tanah*. Medan : Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2014. Kabupaten Jember dalam angka. [http://jemberkab.bps.go.id/?hal=publikasi\\_detil&id=12](http://jemberkab.bps.go.id/?hal=publikasi_detil&id=12). [Diakses pada 18 Juli 2018].
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu. 2011. Pembuatan Tepung Ubi Jalar. <http://bengkulu.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/infor-teknologi/337-pasaca-panen/190-pembuatan-tepung-ubi-jalar>. [Diakses pada 20 Juni 2018].
- Barus, S.P. 2002. Karakteristik Film Pati Biji Nangka (*Artocarpus integra Meur*) dengan Penambahan CMC. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Biologi Universitas Atma Jaya.

- Behjat, T., Russly, A., Luqman, C., Yus, A., and Nor A., I. 2009. Effect of PEG on the biodegradability studies of Kenaf cellulose-polyethylene composites. *International Food Research Journal*. 16: 243-247.
- Billmeyer, Jr., F. W. 1987. *Textbook of Polymer Science*. New York: Willey Interscience Publication.
- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *Journal of International*. 15 (3): 237 – 248.
- Cahyono, B. 1998. *Tembakau Budi Daya dan Analisis Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Choi, W.S. and Han, J.H. 2001. Physical and Mechanical Properties of Pea-Protein-Based Edible Films. *J. Food Sci.* 66(2): 319-322.
- Darni, Y., Utami, H. dan Asriah, S.N. 2009. Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut *Euchemia Spinossum*. In *Seminar hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat*. Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- De Garmo E.G., Sullivan W.G., and Canada. 1994. *Engineering Economy*. New York: Mc Milan Pub. Company.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2016. Tembakau. Statistik Perkebunan Indonesia. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2017/Tembakau-2015-2017.pdf>. [Diakses pada 20 Juni 2018].
- Fardiaz, S. 1998. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fessenden, R. J. & Fessenden, J. S. 1997. *Dasar-Dasar Kimia Organik*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Ganz, A.J. 1997. *Cellulosa Hydrocolloid*. Westport : Avi Publishing Co.
- Grace, M. 1977. *Cassava Processing: Food And Agriculture Organization*. Roma: Henniiee.
- Hakim, N. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung : Universitas Lampung.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada.
- Hart, H., Craine, L.E. dan Hart, D.J. 2003. *Kimia Organik*. Terjemahan oleh Achmadi SS. Jakarta: Erlangga.

- Hasanah, N. 2012. Pembuatan dan Pencirian Plastik Pati Tapioka dengan Pemplatis Gliserol. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hertanto, S.C. 2014. Merenda Laba dan Limbah Tembakau. Pusat Penelitian Tembakau Klaten. <http://ptpn10.co.id/blog/merenda-laba-dari-limbah-tembakau-bagian-ii>. [Diakses pada 21 Juni 2018].
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. and Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 347(6223):768-771.
- Katz, S. 1995. Conservation of plastics: a race against time. *Materials World*. 3(8): 377-378.
- Krochta, J.M., De Mulder, and Johnston C. 1997. Edible and biodegradabel polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology* 51 : 61-74.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2016. Bioplastik Sawit Pengganti Plastik Konvensional. <http://lipi.go.id/lipimedia/bioplastik-sawit-pengganti-plastik-konvensional/15221>. [Diakses pada 20 Juni 2018].
- Marbun, E.S. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia.
- Marhamah. 2008. Biodegradasi Plastisiser Poligliserol Asetat (PGA) Dan Dioktil Ftalat (DOP) Dalam Matriks Polivinil Klorida (PVC) dan Toksisitasnya Terhadap Pertumbuhan Mikroba. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Marseno, D.W. 2000. Pengaruh Sorbitol Terhadap Sifat Mekanik dan Transmisi Uap Air Film dari Pati Jagung. In *Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan*. Oktober 2000. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Masrun, A. 2018. Analisa Kadar C-Organik pada Tanah dengan Metode Spektrofotometri di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). *Laporan Tugas Akhir*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mustafa, A. 2015. Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Agrointek*. 9(2):118-124.
- Nisah, K. 2017. Studi pengaruh kandungan amilosa dan amilopektin umbi-umbian terhadap karakteristik fisik plastik biodegradable dengan plastisizer gliserol. *Jurnal Biotik*. 5(2): 106-113.
- Poedjiadi, A. 2006. *Dasar – Dasar Biokimia*. Edisi Revisi. Jakarta: UI – Press.

- PT. Perkebunan Nusantara X. 2018. *Bahan Baku dari Limbah Kering*. Jember: Divisi Perencanaan & Pengembangan Penelitian Tembakau.
- Putera, R. D. H. 2012. Ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Rachman, A., Kartamidjaja, M.A., dan Machfudz. 2005. Budi daya Tanaman Tembakau Virginia. [http://balittas.litbang.pertanian.go.id/images/Monograf/virginia/Buku1/budi daya-tanaman-tembakau-virginia.pdf](http://balittas.litbang.pertanian.go.id/images/Monograf/virginia/Buku1/budi%20daya-tanaman-tembakau-virginia.pdf). [Diakses pada 20 Juni 2018].
- Richana, N. 2013. *Mengenai Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar*. Bandung : Nuansa Cendikia.
- Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., Teh, F.C., Werorilangi, S. and Teh, S.J. 2015. Anthropogenic Debris In Seafood: Plastic Debris and Fibers From Textiles In Fish and Bivalves Sold For Human Consumption. *Scientific Reports*. 5:14340.
- Rofikah, Pratjojo, W. dan Sumarni, W. 2014. Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Linn) Untuk Pembuatan Edible Film. *Journal of Chemical Science*. 3(1).
- Salsabila, A. dan Ulfah, M. 2017. Karakteristik Ketebalan Edible Film Berbahan Dasar Bioselulosa Nata De Siwalan Dengan Penambahan Gliserol. *Bioma Jurnal Ilmiah Biologi*. 6(1).
- Sapei, L., Padmawijaya, K. S., Sijayanti., Wardhana, P.J. 2015. The effect of banana starch concentration on the properties of chitosan-starch bioplastics. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(9S): 101-105.
- Sediaotama dan Djaeni, A. 1987. *Ilmu Gizi Jilid I*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Srbinoska, M., F. Kiril, R. Ilija, P. Valentina, R. Vesna, K. Vesna. 2012. Tobacco Stalks As Renewable Raw Material For Agro-Industrial Utilization. *Proceedings - International Symposium For Agriculture And Food*: 734:741.
- Standar Nasional Indonesia. 2016. *Kategori Produk Tas Belanja Plastik dan Bioplastik Mudah Terurai*. SNI 7188.7:2016. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Sulityo, H.W. dan Ismiyati. 2012. Pengaruh Formulasi Pati Singkong–Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas pada Pembuatan Bioplastik. *Konversi*. 1 (2): 23-30.

- Summerscales, J., Dissanayake, N., Virk, A.S., Hall, W. 2010. A review of bast fibres and their composites. Part 1 – Fibres as reinforcements. *Composites Part A: Applied Science*. 41: 1329–1335.
- Sutiani, A. 1997. *Biodegradasi Polyblend Polystirene-Pati*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Utami, S.N.H. dan Handayani, S. 2003. Sifat kimia entisol pada sistem pertanian organik chemical properties in organic and conventional farming system. *Ilmu Pertanian*. 10(2): 63-69.
- Vedder, T. 2008. *Edible Film*. London: CRC Press.
- Winarno, F.G. 1982. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Yuniarti L.I., G.S. Hutomo, A. Rahim. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon Sp*). *Agrotekbis*. 2 (1): 38-46.
- Zugenmaier, P. 2008. *Crystalline Cellulose and Derivatives*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Zulfa, Z. 2011. Pemanfaatan Pati Ubi Jalar untuk Pembuatan Biokomposit Semikonduktor. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.

Lampiran A. Data hasil analisis sifat mekanik plastik *biodegradable*

## A.1 Ketebalan

Tabel A.1.1 Data hasil analisis ketebalan

Tembakau	Ulangan	Gliserol		
		G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	1	0.173	0.192	0.213
	2	0.172	0.191	0.210
	3	0.174	0.192	0.213
P1 (10 %)	1	0.193	0.209	0.229
	2	0.189	0.209	0.227
	3	0.191	0.211	0.228
P2 (20 %)	1	0.210	0.221	0.259
	2	0.209	0.220	0.255
	3	0.210	0.218	0.259
P3 (30 %)	1	0.228	0.235	0.283
	2	0.227	0.235	0.285
	3	0.228	0.235	0.281

Tabel A.1.2 Rata-rata hasil analisis ketebalan

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.173	0.192	0.212
P1 (10 %)	0.191	0.210	0.228
P2 (20 %)	0.210	0.220	0.258
P3 (30 %)	0.228	0.235	0.283

Tabel A.1.3 Standar deviasi hasil analisis ketebalan

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.001	0.000	0.001
P1 (10 %)	0.002	0.001	0.001
P2 (20 %)	0.001	0.001	0.003
P3 (30 %)	0.000	0.000	0.002

Tabel A.1.4 Uji normalitas nilai residual standard ketebalan

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.956	36	.158

Tabel A.1.5 Uji *homogenitas* ketebalan

F	df1	df2	Sig.
1.904	11	24	.091

Tabel A.1.6 Uji ANOVA ketebalan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tembakau	.016	3	.005	2781.391	.000
Gliserol	.013	2	.006	3305.913	.000
Total	1.769	36			

Tabel A.1.7 Uji DUNCAN ketebalan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	
P0G1	3	.17300								a
P1G1	3		.19100							b
P0G2	3		.19167							b
P2G1	3			.20967						c
P1G2	3			.20967						c
P0G3	3			.21200						c
P2G2	3				.21967					d
P3G1	3					.22767				e
P1G3	3					.22800				e
P3G2	3						.23500			f
P2G3	3							.25767		g
P3G3	3								.28300	h
Sig.		1.000	.561	.061	1.000	.771	1.000	1.000	1.000	

## A.2 Kuat Tarik

Tabel A.2.1 Data hasil analisis kuat tarik

Tembakau	Ulangan	Gliserol		
		G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	1	2.38	2.18	1.50
	2	2.38	2.19	1.45
	3	2.36	2.20	1.49
P1 (10 %)	1	2.77	2.72	2.10
	2	2.81	2.68	2.10
	3	2.83	2.65	2.02
P2 (20 %)	1	2.86	2.76	2.23
	2	2.88	2.74	2.24
	3	2.91	2.79	2.16
P3 (30 %)	1	2.89	2.81	2.27
	2	2.91	2.80	2.29
	3	2.94	2.83	2.23

Tabel A.2.2 Rata-rata hasil analisis kuat tarik

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	2.37	2.19	1.48
P1 (10 %)	2.80	2.68	2.07
P2 (20 %)	2.88	2.76	2.21
P3 (30 %)	2.91	2.82	2.26

Tabel A.2.3 Standar deviasi hasil analisis kuat tarik

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.01	0.01	0.02
P1 (10 %)	0.03	0.03	0.04
P2 (20 %)	0.03	0.03	0.05
P3 (30 %)	0.03	0.02	0.03

Tabel A.2.4 Uji normalitas nilai residual standard kuat tarik

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.941	36	.055



Tabel A.2.5 Uji *homogenitas* kuat tarik

F	df1	df2	Sig.
1.480	11	24	.203

Tabel A.2.6 Uji ANOVA kuat tarik

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tembakau	2.417	3	.806	947.907	.000
Gliserol	3.707	2	1.854	2180.775	.000
Total	223.027	36			

Tabel A.2.7 Uji DUNCAN kuat tarik

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	
P0G3	3	1.4800								a
P1G3	3		2.0733							b
P0G2	3			2.1900						c
P2G3	3			2.2100						c
P3G3	3				2.2633					d
P0G1	3					2.3733				e
P1G2	3						2.6833			f
P2G2	3							2.7633		g
P1G1	3							2.8033		g
P3G2	3							2.8133		g
P2G1	3								2.8833	h
P3G1	3								2.9133	h
Sig.		1.000	1.000	.409	1.000	1.000	1.000	1.000	.057	.220

## A.3 Pemanjangan

Tabel A.3.1 Data hasil analisis pemanjangan

Tembakau	Ulangan	Gliserol		
		G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	1	12.28	17.28	18.33
	2	12.20	16.05	17.32
	3	12.24	17.79	18.33
P1 (10 %)	1	6.66	6.17	4.92
	2	6.14	5.51	4.25
	3	6.66	5.49	4.25
P2 (20 %)	1	5.42	4.91	4.24
	2	4.88	4.25	3.68
	3	6.14	4.88	3.68
P3 (30 %)	1	4.84	4.25	3.01
	2	4.29	3.67	3.00
	3	4.92	3.05	2.42

Tabel A.3.2 Rata-rata hasil analisis pemanjangan

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	12.24	17.04	17.99
P1 (10 %)	6.49	5.72	4.47
P2 (20 %)	5.48	4.68	3.87
P3 (30 %)	4.69	3.66	2.81

Tabel A.3.3 Standar deviasi hasil analisis pemanjangan

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.04	0.89	0.58
P1 (10 %)	0.30	0.39	0.38
P2 (20 %)	0.63	0.37	0.32
P3 (30 %)	0.34	0.60	0.34

Tabel A.3.4 Uji normalitas nilai residual standard pemanjangan

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.981	36	.781

Tabel A.3.5 Uji *homogenitas* pemanjangan

F	df1	df2	Sig.
1.690	11	24	.137

Tabel A.3.6 Uji ANOVA pemanjangan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tembakau	847.984	3	282.661	1226.237	.000
Gliserol	2.194	2	1.097	4.759	.018
Total	2912.137	36			

Tabel A.3.7 Uji DUNCAN pemanjangan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05									Notasi	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
P3G3	3	2.8100										a
P3G2	3		3.6567									b
P2G3	3		3.8667	3.8667								bc
P1G3	3		4.4733	4.4733								bc
P2G2	3			4.6800	4.6800							cd
P3G1	3			4.6833	4.6833							cd
P2G1	3				5.4800	5.4800						de
P1G2	3					5.7233	5.7233					ef
P1G1	3						6.4867					f
P0G1	3							12.2400				g
P0G2	3								17.0400			h
P0G3	3									17.9933		i
Sig.		1.000	.059	.067	.064	.541	.063	1.000	1.000	1.000		

A.4 *Modulus young*Tabel A.4.1 Data hasil analisis *modulus young*

Tembakau	Ulangan	Gliserol		
		G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	1	0.19	0.13	0.08
	2	0.20	0.14	0.08
	3	0.19	0.12	0.08
P1 (10 %)	1	0.42	0.44	0.43
	2	0.46	0.49	0.49
	3	0.42	0.48	0.48
P2 (20 %)	1	0.53	0.56	0.53
	2	0.59	0.64	0.61
	3	0.47	0.57	0.59
P3 (30 %)	1	0.60	0.66	0.75
	2	0.68	0.76	0.77
	3	0.60	0.93	0.92

Tabel A.4.2 Rata-rata hasil analisis *modulus young*

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.19	0.13	0.08
P1 (10 %)	0.43	0.47	0.47
P2 (20 %)	0.53	0.59	0.57
P3 (30 %)	0.62	0.78	0.81

Tabel A.4.3 Standar deviasi hasil analisis *modulus young*

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.00	0.01	0.00
P1 (10 %)	0.02	0.03	0.03
P2 (20 %)	0.06	0.04	0.04
P3 (30 %)	0.05	0.14	0.09

Tabel A.4.4 Uji normalitas nilai residual standard *modulus young* (LG10)

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.990	36	.986

Tabel A.4.5 Uji homogenitas modulus young (LG10)

F	df1	df2	Sig.
1.781	11	24	.115

Tabel A.4.6 Uji ANOVA modulus young (LG10)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tembakau	3.109	3	1.036	743.606	.000
Gliserol	.021	2	.010	7.384	.003
Total	9.330	36			

Tabel A.4.7 Uji DUNCAN modulus young (LG10)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	
P0G3	3	-1.0969								a
P0G2	3		-.8869							b
P0G1	3			-.7138						c
P1G1	3				-.3636					d
P1G3	3				-.3317	-.3317				de
P1G2	3				-.3284	-.3284				de
P2G1	3					-.2776	-.2776			ef
P2G3	3						-.2398	-.2398		fg
P2G2	3						-.2299	-.2299		fg
P3G1	3							-.2037		g
P3G2	3								-.1104	h
P3G3	3								-.0916	h
Sig.		1.000	1.000	1.000	.286	.105	.152	.274	.542	

Lampiran B. Data hasil analisis *biodegradabilitas* plastik *biodegradable*Tabel B.1 Data hasil analisis *biodegradabilitas*

Tembakau	Ulangan	Gliserol		
		G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	1	18.64	17.79	21.35
	2	20.43	19.88	20.85
	3	19.77	21.88	18.72
P1 (10 %)	1	18.46	14.56	16.13
	2	15.90	15.65	14.31
	3	17.05	15.54	14.62
P2 (20 %)	1	18.40	17.22	15.85
	2	18.92	16.92	16.08
	3	16.36	17.08	15.13
P3 (30 %)	1	19.51	18.44	17.52
	2	19.84	18.01	16.81
	3	18.96	19.25	18.38

Tabel B.2 Rata-rata hasil analisis *biodegradabilitas*

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	19.61	19.85	20.31
P1 (10 %)	17.13	15.25	15.02
P2 (20 %)	17.90	17.07	15.68
P3 (30 %)	19.44	18.57	17.57

Tabel B.3 Standar deviasi hasil analisis *biodegradabilitas*

Tembakau	Gliserol		
	G1 (25 %)	G2 (30 %)	G3 (35 %)
P0 (0 %)	0.91	2.04	1.40
P1 (10 %)	1.29	0.60	0.97
P2 (20 %)	1.35	0.15	0.49
P3 (30 %)	0.45	0.63	0.79

Tabel B.4 Uji normalitas nilai residual standard *biodegradabilitas*

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.989	36	.968

Tabel B.5 Uji homogenitas biodegradabilitas

F	df1	df2	Sig.
1.553	11	24	.177

Tabel B.6 Uji ANOVA biodegradabilitas

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tembakau	88.755	3	29.585	26.862	.000
Gliserol	11.505	2	5.753	5.223	.013
Total	11521.970	36			

Tabel B.7 Uji DUNCAN biodegradabilitas

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05							Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	
P1G3	3	15.0200							a
P1G2	3	15.2500	15.2500						ab
P2G3	3	15.6867	15.6867	15.6867					abc
P2G2	3		17.0733	17.0733	17.0733				bcd
P1G1	3		17.1367	17.1367	17.1367				bcd
P3G3	3			17.5700	17.5700	17.5700			cde
P2G1	3				17.8933	17.8933	17.8933		def
P3G2	3				18.5667	18.5667	18.5667	18.5667	defg
P3G1	3					19.4367	19.4367	19.4367	efg
P0G1	3						19.6133	19.6133	fg
P0G2	3							19.8500	g
P0G3	3							20.3067	g
Sig.		.471	.053	.054	.130	.056	.077	.080	

## Lampiran C. Penentuan perlakuan terbaik

Tabel C.1 Data terbaik terjelek

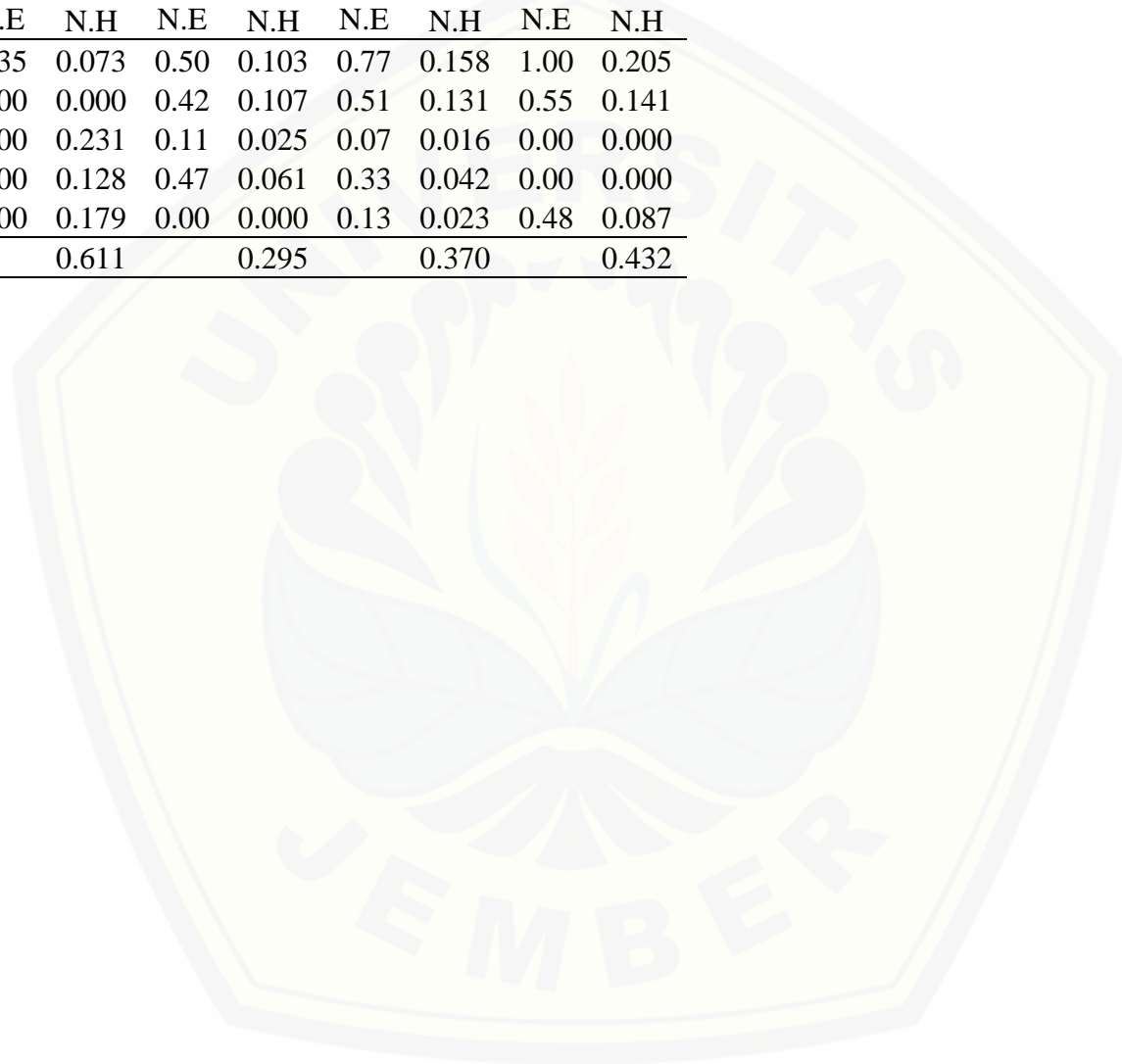
No	Parameter	Nilai rata-rata												Terbaik	Terjelek
		P0G1	P1G1	P2G1	P3G1	P0G2	P1G2	P2G2	P3G2	P0G3	P1G3	P2G3	P3G3		
1	Ketebalan	0.173	0.191	0.210	0.228	0.192	0.210	0.220	0.235	0.212	0.228	0.258	0.283	0.283	0.173
2	Kuat Tarik	2.37	2.80	2.88	2.91	2.19	2.68	2.76	2.82	1.48	2.07	2.21	2.26	2.91	1.48
3	Pemanjangan	12.24	6.49	5.48	4.69	17.04	5.72	4.68	3.66	17.99	4.47	3.87	2.81	17.99	2.81
4	<i>Modulus young</i>	0.19	0.43	0.53	0.62	0.13	0.47	0.59	0.78	0.08	0.47	0.57	0.81	0.08	0.81
5	Biodegradasi	19.61	17.13	17.90	19.44	19.85	15.25	17.07	18.57	20.31	15.02	15.68	17.57	20.31	15.02

Tabel C.2 Uji indeks efektifitas

No	Parameter	B.V	B.N	P0G1		P1G1		P2G1		P3G1		P0G2		P1G2		P2G2	
				N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
1	Ketebalan	0.8	0.21	0.00	0.000	0.16	0.034	0.34	0.069	0.50	0.102	0.17	0.035	0.34	0.069	0.42	0.087
2	Kuat Tarik	1.0	0.26	0.62	0.160	0.92	0.237	0.98	0.251	1.00	0.256	0.49	0.127	0.84	0.215	0.90	0.230
3	Pemanjangan	0.9	0.23	0.62	0.143	0.24	0.056	0.18	0.041	0.12	0.028	0.94	0.216	0.19	0.044	0.12	0.028
4	<i>Modulus young</i>	0.5	0.13	0.85	0.109	0.52	0.067	0.39	0.050	0.26	0.033	0.94	0.120	0.47	0.060	0.30	0.039
5	Biodegradasi	0.7	0.18	0.87	0.156	0.40	0.072	0.54	0.098	0.84	0.150	0.91	0.164	0.04	0.008	0.39	0.070
Total		3.90	1.00	0.568		0.465		0.508		0.570		0.662		0.396		0.453	



P3G2		P0G3		P1G3		P2G3		P3G3	
N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
0.56	0.116	0.35	0.073	0.50	0.103	0.77	0.158	1.00	0.205
0.93	0.239	0.00	0.000	0.42	0.107	0.51	0.131	0.55	0.141
0.06	0.013	1.00	0.231	0.11	0.025	0.07	0.016	0.00	0.000
0.04	0.005	1.00	0.128	0.47	0.061	0.33	0.042	0.00	0.000
0.67	0.120	1.00	0.179	0.00	0.000	0.13	0.023	0.48	0.087
	0.493		0.611		0.295		0.370		0.432

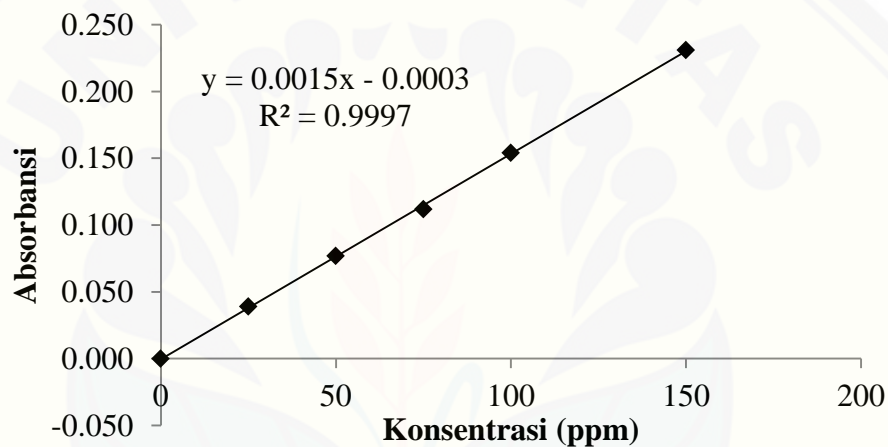


## Lampiran D. Penentuan c-organik

Tabel D.1 Data hasil kalibrasi standar

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0.000
2	25	0.039
3	50	0.077
4	75	0.112
5	100	0.154
6	150	0.231

Kurva Kalibrasi Standar



Gambar D.1 Kurva linier kalibrasi standar

Tabel D.2 Data hasil pengukuran sampel tanah dengan spektrofotometer

Sampel	Berat sampel kering (mg)	Abs. Sampel	ppm kurva	Hasil C (%)	Rata-rata (%)
Kontrol Tanah	253	0.031	20.867	0.825	0.825
	253	0.031	20.867	0.825	
P0G3	251	0.033	22.200	0.884	0.898
	251	0.034	22.867	0.911	
P0G2	250	0.032	21.533	0.861	0.861
	250	0.032	21.533	0.861	
P3G1	251	0.039	26.200	1.044	1.044
	251	0.039	26.200	1.044	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101 Telp. (0331) 333532-34; Fax. (0331) 333531  
 Email : [politeknik@polije.ac.id](mailto:politeknik@polije.ac.id); Laman: [www.polije.ac.id](http://www.polije.ac.id)

**LAPORAN HASIL ANALISA**

No: 788/PL17.12/BIOSAIN-ANALISA/2018

Tanggal terima sampel : 12 Desember 2018  
 Tanggal selesai analisa : 18 Desember 2018  
 Nama Pemohon : M. MUHAIMIN  
 Alamat Pemohon : Jember  
 Jenis Sampel : Tanah (4 sampel)  
 Jenis Analisa : C-Organik Tanah

**Hasil Analisa :**

No.	Jenis Sampel	Satuan	Kandungan C-organik	Metode Analisa
1.	Kontrol tanah	%	0,825	Oksidasi basah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Spectrometry (Metode Walkley & Black)
2.	P0G3	%	0,898	
3.	P0G2	%	0,861	
4.	P3G1	%	1,044	

Keterangan: \*) Hasil analisa tersebut sesuai dengan sampel yang kami terima, tanpa adanya modifikasi yang mempengaruhi hasil analisa.  
 \*) Nilai hasil analisis yang tercantum hanya berlaku bagi sampel yang kami terima tersebut diatas.



Jember, 18 Desember 2018  
 Kepala UPT Laboratorium Biosain,

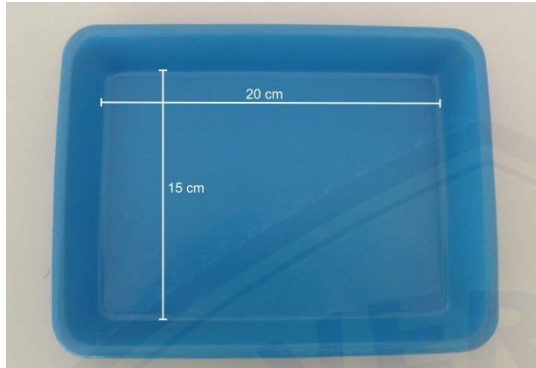
*Netty Ermawati*  
 Netty Ermawati, PhD  
 NIP. 19750818 200812 2 002

Smart, Innovative, Professional

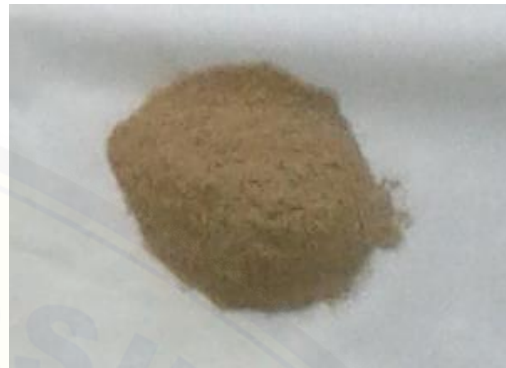


Gambar D.2 Hasil analisa c-organik

Lampiran E. Dokumentasi kegiatan penelitian



Gambar E.1 Cetakan film plastik



Gambar E.2 Serbuk batang tembakau



Gambar E.3 Pembersihan kulit singkong



Gambar E.4 Kulit singkong bersih



Gambar E.5 Pengeringan



Gambar E.6 Pengcilan ukuran



Gambar E.7 Ampas hasil penyaringan



Gambar E.8 Pengendapan



Gambar E.9 Pengayakan



Gambar E.10 Pati kulit singkong



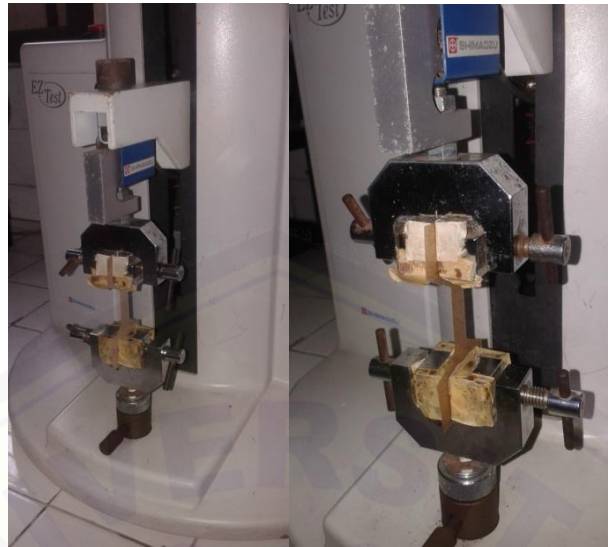
Gambar E.11 *Thickness gage*



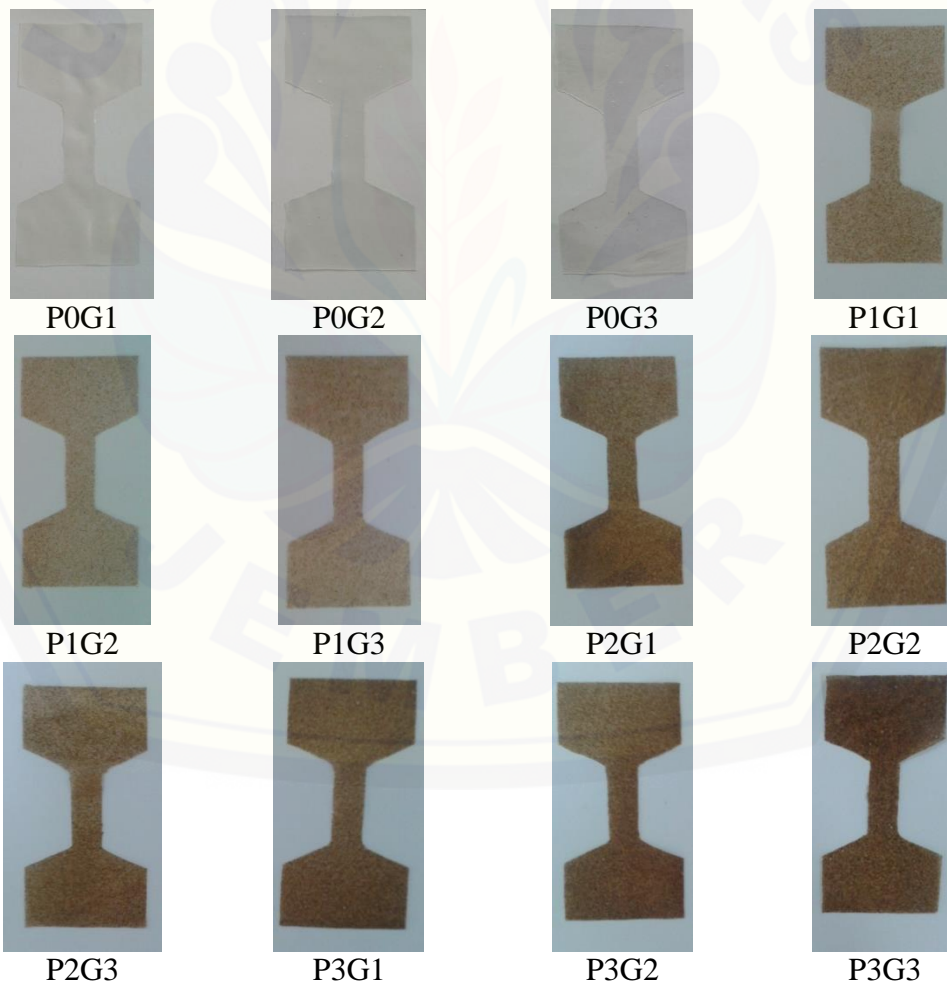
Gambar E.12 Bersama pemilik rumah produksi tape manis sumber madu



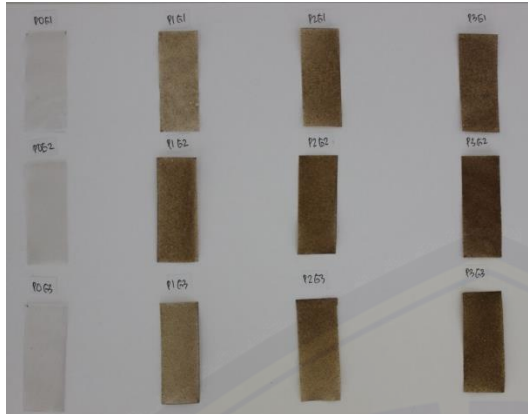
Gambar E. 13 Penimbangan berat sampel uji *biodegradabilitas*



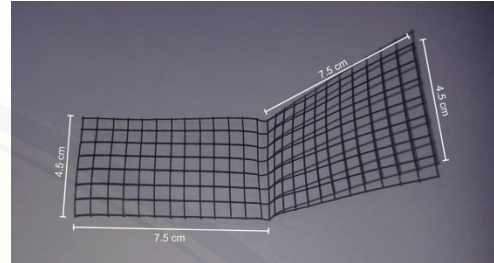
Gambar E.14 Pengujian sifat mekanik menggunakan *universal testing machine*



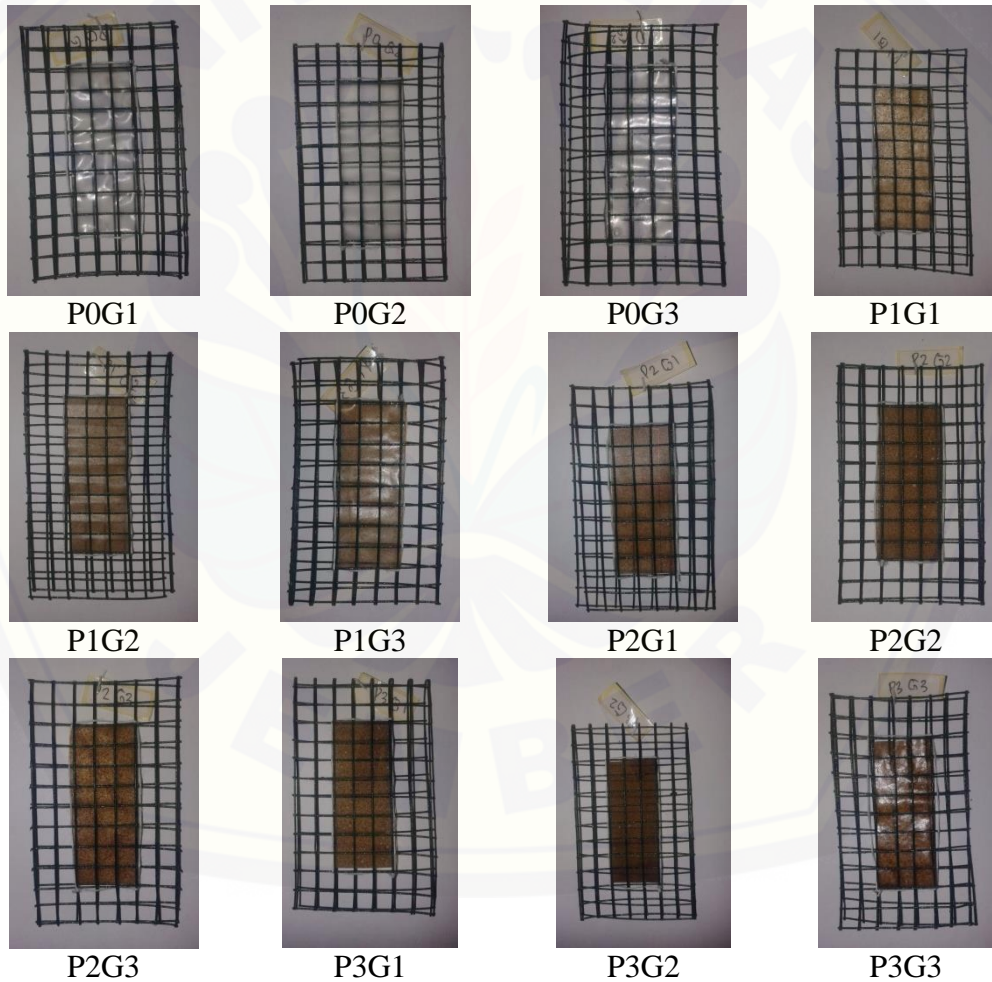
Gambar E.15 Spesimen uji sifat mekanik film plastik *biodegradable*



Gambar E.16 Sampel plastik *biodegradable* berdimensi 5 cm x 2 cm



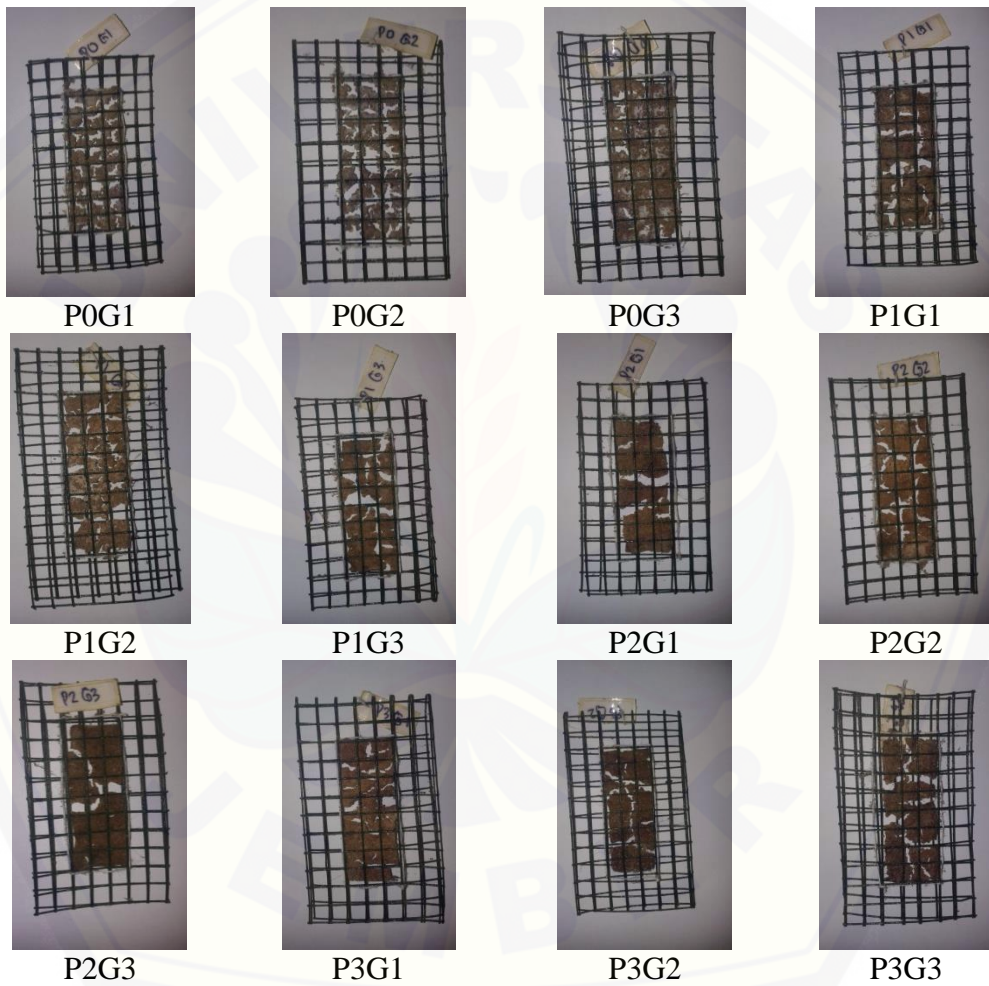
Gambar E.17 Kawat loket



Gambar E.18 Film plastik *biodegradable* sebelum penguburan tanah



Gambar E.19 Penguburan dalam tanah



Gambar E.20 Film plastik *biodegradable* setelah penguburan tanah