



**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI
SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AMPAS TEBU DAN
GLISEROL**

SKRIPSI

Oleh

Bustani Pakartiko

NIM. 151710301042

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

2019



**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI
SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AMPAS TEBU DAN
GLISEROL**

SKRIPSI

Oleh

Bustani Pakartiko

NIM. 151710301042

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

2019



**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI
SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AMPAS TEBU DAN
GLISEROL**

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

Bustani Pakartiko

NIM 151710301042

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

2019

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang, saya persembahkan skripsi yang saya buat dengan segala jerih payah dan penuh cinta kasih kepada :

1. Bapak supaat dan ibu muafiyah yang selalu berada dibelakang pencapaian-pencapaian besarku, yang tiada lelah mengingatkan dalam kebaikan, yang tiada henti mencintaiku sepenuh hati. Terimakasih telah megajarkan arti kehidupan. Terimakasih selalu memberi dukungan dalam segala suka dukaku.
2. Saudara kandungku Afif Lailil Huda, Isman Anshori, Azwar Anas dan Ilmawan Azis Kholili yang telah memberi dukungan materi dan moral, Terimakasih selalu mendukung dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan kuliah.
3. Guru-guru dan dosen-dosen yang mengajarku mulai dari TK Muslimat Desa Latukan, MI Al-muhajirin desa Latukan, SMPN 1 Karanggeneng, MAN 1 Lamongan, Universitas Jember, guru-guru les dan guru-guru ngaji. Terimakasih telah mendidik dan menjadikanku pribadi seperti saat ini.
4. Teman-teman satu angkatan yang selalu menjadi penyemangat dalam menyelesaikan skripsi, yang telah berbagi tawa dan tangis selama di bangku perkuliahan.
5. Teman-teman KKN yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang saya banggakan.

MOTTO

“Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses.
Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti.”
(Emha Ainun Nadjib)

“Sebaik-baik manusia manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.”
(Nabi Muhammad)

“Tertawalah sebelum tertawa itu dilarang”
(Warkop DKI)

“Semua manusia itu baik, jika kau tidak menemukanya jadilah orang baik itu”
(Anonim)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bustani Pakartiko

NIM : 151710301042

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah tertulis yang berjudul “SIFAT FISIK DAN MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AMPAS TEBU DAN GLISEROL” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Desember 2019
Yang menyatakan

Bustani Pakartiko
151710301042

SKRIPSI

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI
SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AMPAS TEBU DAN
GLISEROL**

Oleh:

**Bustani Pakartiko
NIM 151710301042**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Andrew Setiawan R, S.TP., M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triana Lindriati, ST., MP.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sifat Fisik dan Mekanik Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu dan Gliserol” karya Bustani Pakartiko yang telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari, tanggal : 12 Desember 2019

Tempat : Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Andrew Setiawan R, S.TP., M.Si
NIP. 198204222005011002

Dr. Triana Lindriati ST., MP.
NIP. 196808141998032001

Tim Penguji

Penguji utama

Penguji anggota

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

Dr. Ir.Herlina, M.P.
NIP. 196605181993022001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Sifat Fisik dan Mekanik Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu dan Gliserol; Bustani Pakartiko, 151710301042; 2019: 59 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Permasalahan lingkungan didunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya adalah limbah plastik. Gaya hidup manusia yang kian praktis mendorong semakin meningkatnya penggunaan plastik dalam berbagai sisi kehidupan. Plastik juga sulit untuk terdegradasi secara alami, sehingga bila tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu mengganti bahan dasar pembuatan plastik konvensional menjadi bahan yang mudah terdegradasi oleh lingkungan yaitu plastik *biodegradable*. Kelebihan plastik *biodegradable* yaitu tidak mencemari lingkungan karena mudah diuraikan oleh mikroorganisme serta bahan baku pembuatan yang dapat diperbarui. Bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* adalah polisakarida berupa pati yang tergelatinisasi dan dapat menggantikan polimer plastik komersial. Salah satu sumber pati didapat dari singkong yang dikenal sebagai tapioka. Selain menggunakan pati singkong juga ditambahkan ampas tebu. Ampas tebu merupakan salah satu limbah sisa dari pabrik tebu yang keadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal. Kandungan ampas tebu kering 10% dari tebu yang sudah digiling terdiri atas kadar selulosa atau glukosa 52,7%, hemiselulosa atau xilan 20,0%, dan lignin 24,2%. Kandungan selulosa yang tinggi pada limbah ampas tebu ini dapat memperbaiki sifat-sifat plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ampas tebu dan gliserol terhadap uji sifat fisik, mekanik dan biodegradasi. 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 tingkat kecerahan warna, daya serap air, sifat mekanik dan biodegradasi. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji indeks efektivitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ampas tebu dan gliserol dapat menurunkan tingkat kecerahan plastik *biodegradable* yang dihasilkan antara 44,82 – 76,15. Penambahan ampas tebu dan gliserol meningkatkan nilai daya serap air plastik *biodegradable*, nilai daya serap air yang dihasilkan antara 2,61 – 10,64%. Penambahan ampas tebu dan gliserol meningkatkan nilai ketebalan plastik *biodegradable* dengan nilai yang dihasilkan antara 0,79 – 1,11 mm. Nilai kuat yang didapatkan berbanding terbalik dengan nilai elongasi plastik *biodegradable* yaitu antara 8,30 – 14,33%, berbanding lurus dengan nilai *modulus young* yang dihasilkan antara 8,83 – 124,09 Mpa. Nilai biodegradasi tertinggi pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 40% dengan nilai kehilangan berat sebesar 10,40%. Berdasarkan hasil uji indeks efektivitas didapatkan tiga perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 20%, perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 30%, perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 40%.

SUMMARY

Physical and Mechanical Properties of Biodegradable Plastic from Cassava Starch with Variations in the Addition of Sugarcane Bagasse and Glycerol; Bustani Pakartiko, 151710301042; 2019: 59 pages; Program Study of Agroindustrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Environmental problems in the world in general and in Indonesia in particular are plastic waste. An increasingly practical human lifestyle encourages the increasing use of plastic in various aspects of life. Plastic is also difficult to degrade naturally, so that if not handled properly it can pollute the environment. The solution to this problem is to replace the basic material for making conventional plastics into materials that are easily degraded by the environment, namely biodegradable plastics. The advantage of biodegradable plastic is that it does not pollute the environment because it is easily broken down by microorganisms and renewable manufacturing raw materials. The basic ingredients of biodegradable plastic manufacturing are polysaccharides in the form of starch which is gelatinized and can replace commercial plastic polymers. One source of starch is obtained from cassava known as tapioca. Besides using cassava starch sugar cane bagasse is also added. Sugarcane bagasse is one of the residual wastes from the sugar cane factory whose condition has not been utilized optimally. The content of dry sugarcane bagasse 10% of sugarcane that has been ground consists of cellulose or glucan content of 52.7%, hemicellulose or xylan 20.0%, and lignin 24.2%. The high cellulose content in this bagasse waste can improve the properties of the biodegradable plastic produced. The purpose of this study was to determine the effect of bagasse and glycerol variations on physical, mechanical and biodegradation properties. This study was designed using a completely randomized design environment with 2 factors. Each treatment was repeated three times and twice repeated observations. The parameters observed include color brightness, water absorption, mechanical properties and

biodegradation. Determination of the best treatment using the effectiveness index test.

The results showed that increasing the concentration of sugarcane bagasse and glycerol could reduce the brightness level of plastic biodegradable produced between 44.82 -76.15. The addition of sugarcane bagasse and glycerol increases the value of plastic water absorption biodegradable, the value of water absorption is between 2.61 - 10.64%. The addition of sugarcane bagasse and glycerol increase the value of plastic thickness biodegradable with the value produced between 0.79 - 1.11 mm. The strong value obtained is inversely proportional to the plastic elongation value, biodegradable which is between 8.30 - 14.33%, directly proportional to the value modulus young produced between 8,83 – 124,09 Mpa. The highest biodegradation value in the treatment of adding bagasse 0% and glycerol 40% with a weight loss value of 10.40%. Based on the results of the effectiveness index test obtained three best treatments namely the treatment of adding 0% bagasse and 20% glycerol, 0% bagasse addition and 30% glycerol treatment, 0% bagasse addition treatment and 40% glycerol.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan memberikan banyak kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sifat Fisik dan Mekanik Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu dan Gliserol” dengan baik. Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi tidak terlepas dari dukungan, semangat, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik bersifat moril maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada :

1. Orang tua, Ibu Muafiyah dan Ayah Supaat, Kakak Afif Lailil Huda, Isman Ansori , Azwar Anas, Ilmawan Azis Kholili dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, bimbingan, motivasi, dukungan dan yang telah mencurahkan segala perhatiannya selama ini;
2. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
5. Triana Lindriati, S.T.,MP. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, semangat, pengarahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
6. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan pengarahan, bimbingan, dan motivasi selama masa kuliah;

7. Dr. Ir.Iwan Taruna,M.Eng. selaku Penguji Utama dan Dr. Ir.Herlina. M.P selaku Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta memberikan bimbingan dalam tahap akhir penyelesaian skripsi;
8. Teman-teman, sahabat dan keluarga seperjuangan di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang selalu mendampingi, melengkapi dan menjadi motivator terbaik. TIP, Jaya Berprestasi;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusunan skripsi dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun apabila masih terdapat kekurangan dalam penyusunan, penulis menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak. Tidak lupa harapan penulis, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan.

Jember, 12 Desember 2019

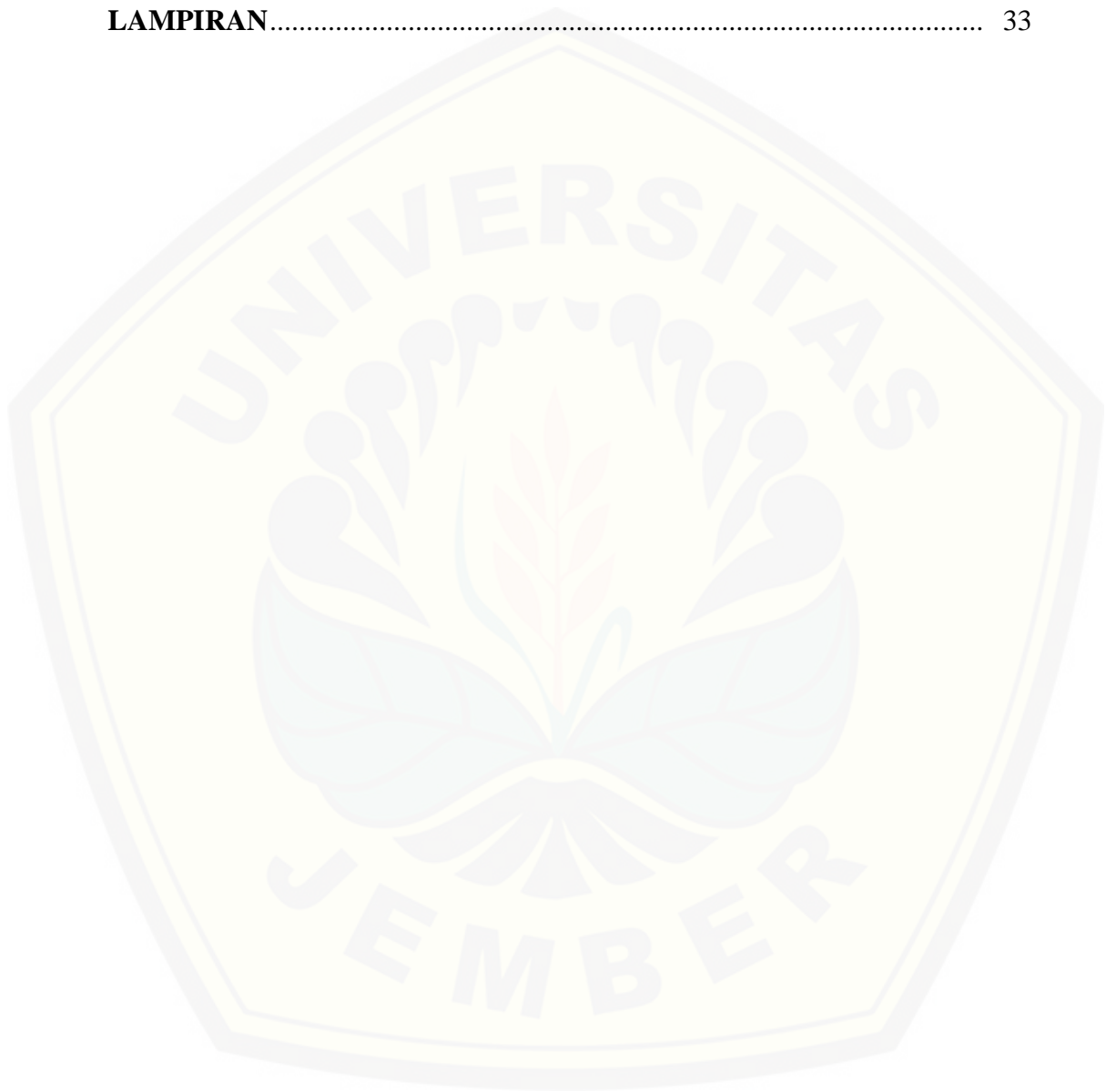
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Plastik <i>Biodegradable</i>	4
2.2 Pati Singkong.....	5
2.3 Gelatinasi Pati	5
2.4 Amilosa dan Amilopektin	6
2.5 Ampas Tebu.....	7
2.6 Selulosa.....	8
2.7 Gliserol	9
2.8 Uji Warna (Tingkat Kecerahan)	10
2.9 Sifat Mekanik	10
2.9.1 Ketebalan.....	10

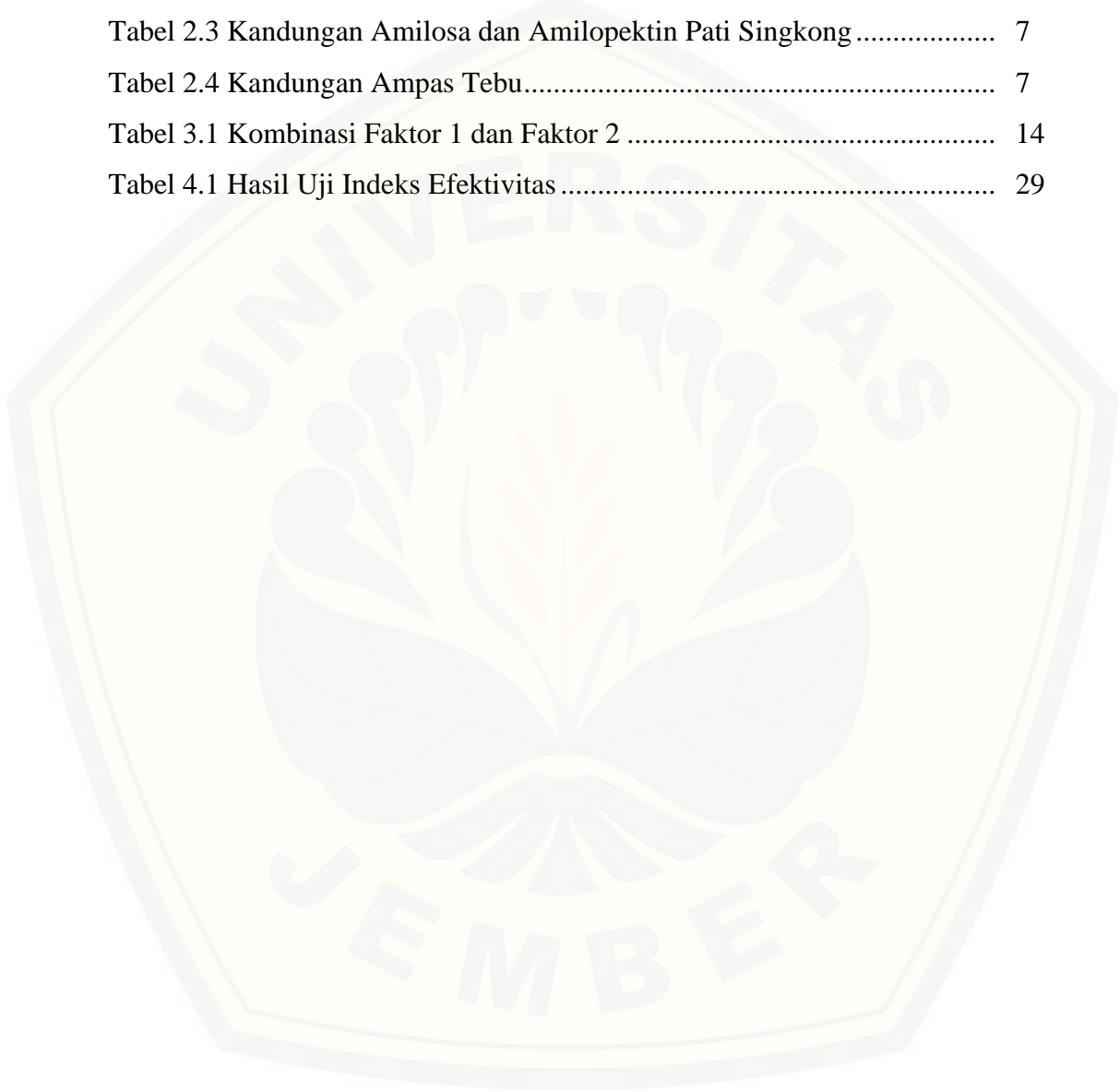
2.9.2 Kuat Tarik	10
2.9.3 Elongasi.....	11
2.9.4 Modulus Young.....	11
2.10 Biodegradasi	11
2.11 Nilai Efektivitas	12
BAB 3. Metode Penelitian	13
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.1.1 Bahan.....	13
3.1.2 Alat	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.3 Pelaksanaan Penelitian	13
3.3.1 Rancangan Penelitian	13
3.4 Prosedur Penelitian	14
3.5 Parameter Pengamatan	16
3.6 Prosedur Analisis	17
3.6.1 Uji Tingkat Kecerahan Warna.....	17
3.6.2 Uji Daya Serap Air.....	17
3.6.3 Uji Sifat Mekanik	18
3.6.4 Uji Biodegradasi.....	19
3.7 Uji indeks Efektivitas	20
3.8 Analisis Data	20
BAB 4. PEMBAHASAN	21
4.1 Uji Tingkat Kecerahan Warna	21
4.2 Uji Daya Serap Air	22
4.3 Uji Sifat Mekanik	23
4.3.1 Uji Ketebalan.....	23
4.3.2 Uji Kuat Tarik	24
4.3.3 Uji Elongasi.....	25
4.3.4 Uji <i>Modulus Young</i>	26
4.4 Uji Biodegradasi	28
4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik	29

BAB 5. PENUTUP	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI.....	4
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Pati Singkong.....	5
Tabel 2.3 Kandungan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong.....	7
Tabel 2.4 Kandungan Ampas Tebu.....	7
Tabel 3.1 Kombinasi Faktor 1 dan Faktor 2	14
Tabel 4.1 Hasil Uji Indeks Efektivitas	29



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Selulosa	9
Gambar 3.1 Pembuatan Tepung Ampas Tebu	15
Gambar 3.2 Pembuatan <i>Plastik Biodegradable</i>	16
Gambar 3.3 Titik Pengukuran	18
Gambar 3.4 Spesimen Uji Tarik (ASTM D638-94).....	18
Gambar 4.1 Nilai Tingkat Kecerahan Warna Plastik <i>Biodegradable</i>	21
Gambar 4.2 Nilai Daya Serap Air Plastik <i>Biodegradable</i>	22
Gambar 4.3 Nilai Uji Ketebalan Plastik <i>Biodegradable</i>	23
Gambar 4.4 Nilai Uji Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i>	24
Gambar 4.5 Nilai Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i>	25
Gambar 4.6 Nilai <i>Modulus Young</i> Plastik <i>Biodegradable</i>	27
Gambar 4.7 Nilai Uji Biodegradasi Plastik <i>Biodegradable</i>	28

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan lingkungan di dunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya adalah limbah plastik. Gaya hidup manusia yang kian praktis mendorong semakin meningkatnya penggunaan plastik dalam berbagai sisi kehidupan, ketergantungan manusia terhadap kemasan plastik sangat tinggi. Bahan baku pembuatan plastik berasal dari minyak bumi yang persediaannya semakin menipis. Plastik juga sulit untuk terdegradasi secara alami, sehingga bila tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan. Indonesia merupakan negara kedua sebagai penyumbang sampah plastik terbesar di dunia setelah Cina yaitu sebesar 187,2 juta ton (Jenna, 2015).

Salah satu solusi dari permasalahan tersebut yaitu mengganti bahan dasar pembuatan plastik konvensional menjadi bahan yang mudah terdegradasi oleh lingkungan yang disebut dengan plastik *biodegradable* (bioplastik). Kelebihan plastik *biodegradable* yaitu tidak mencemari lingkungan karena mudah diuraikan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur serta bahan baku pembuatan yang dapat diperbarui.

Bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* adalah polisakarida berupa pati yang tergelatinisasi dan dapat menggantikan polimer plastik komersial. Salah satu sumber pati didapat dari singkong yang dikenal sebagai tapioka. Jumlah produktivitas singkong selalu meningkat dari tahun 2013-2015 yaitu mencapai 235,84 Kw/Ha (Pusdatin, 2016). Selain menggunakan pati singkong juga ditambahkan ampas tebu. Ampas tebu merupakan salah satu limbah sisa dari pabrik tebu yang keadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal. Kementerian Pertanian melaporkan bahwa produksi tebu nasional saat ini adalah 33 juta ton/tahun (Ditjenbun, 2014). Asumsi bahwa persentase ampas dalam tebu sekitar 30-34%, maka pabrik gula yang ada di Indonesia berpotensi menghasilkan ampas tebu rata-rata sekitar 9,90-11,22 juta ton/tahun. Kandungan ampas tebu kering 10% dari tebu yang sudah digiling terdiri atas kadar selulosa atau glukosa 52,7%, hemiselulosa atau xilan 20,0%, dan lignin 24,2%. Jumlah produksi gula dari tahun ke tahun 2014-2016 semakin meningkat yaitu mencapai 2,71 ton, hal itu

menandai bahwa untuk produksi ampas tebu semakin meningkat jumlahnya pada tiap tahun (Pusdatin, 2016). Kandungan selulosa yang tinggi pada limbah ampas tebu ini dapat memperbaiki sifat-sifat plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Apabila pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan bahan baku pati akan menghasilkan produk yang sensitif terhadap kelembapan, rapuh dan kaku sehingga pada tahapan awal ini dilakukan penambahan serat yang bersumber dari ampas tebu untuk menutupi kelemahan tersebut. Sumber serat tersebut diperoleh dari penambahan ampas tebu yang memiliki kandungan serat sekitar 50%.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian sifat fisik dan mekanik plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan variasi penambahan ampas tebu dan gliserol perlu dilakukan untuk menghasilkan plastik *biodegradable* yang baik dan sebagai upaya meminimalisir penggunaan limbah plastik yang berbahaya bagi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh variasi komposisi tepung ampas tebu dan gliserol terhadap tingkat kecerahan, daya serap dan sifat mekanik plastik *biodegradable*?
- b. Bagaimana pengaruh variasi komposisi tepung ampas tebu dan gliserol terhadap biodegradasi plastik *biodegradable*?
- c. Bagaimana variasi komposisi yang sesuai sehingga menghasilkan plastik *biodegradable* yang paling baik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dilakukanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh variasi komposisi ampas tebu dan gliserol terhadap tingkat kecerahan, daya serap air, dan sifat mekanik plastik *biodegradable*.
- b. Mengetahui pengaruh variasi komposisi ampas tebu dan gliserol terhadap biodegradasi plastik *biodegradable*.
- c. Mengetahui variasi komposisi yang sesuai sehingga dihasilkan plastik *biodegradable* yang paling baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan manfaat dan memperkaya bahan kajian tentang pembuatan plastik *biodegradable*
- b. Mengatasi permasalahan lingkungan khususnya limbah plastik



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* merupakan film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik *biodegradable* disebut juga bioplastik yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbarui (Steven, 2001). Plastik *biodegradable* merupakan kemasan alternatif yang terbuat dari bahan baku alami yaitu pati dengan tambahan serat untuk memperkuat strukturnya. Produk ini tidak hanya bersifat *biodegradable* tetapi juga *renewable* (Iriani, 2013). *Biodegradable* berarti bahwa produk ini dapat terurai dengan sendirinya secara alami karena sifatnya yang terbuat dari limbah tumbuhan dan *renewable* yang berarti terbarukan yang ramah lingkungan.

Pada dasarnya plastik *biodegradable* mempunyai sifat fleksibel, dapat-dicetak, tidak berbau, mampu menghambat keluar masuknya gas dan uap air, serta transparan. Selain itu bersifat mudah dihancurkan secara alami maupun mikrobiologis, bahan bioplastik sebaiknya mudah diperoleh (Paramawati dkk, 2007). Proses pembuatan plastik *biodegradable* juga tidak menggunakan bahan kimia berbahaya seperti *benzene* dan *styrene* yang bersifat karsinogenik. Proses pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan pati untuk mengembang akibat adanya proses panas dan tekanan. Plastik *biodegradable* memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan produk plastik pada umumnya, diantaranya teknologi relatif sederhana, bahan baku utama berupa sumber pati dan serat, bahan baku dapat divariasikan sesuai dengan potensi daerah sekitar, tidak menggunakan bahan kimia yang berbahaya dan dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Standart nasional indonesia sifat mekanik plastik dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (Mpa)	24,7-302
2.	Persen elongasi (%)	21-220
3.	Hibrofobisitas	99

Sumber: (Darni dan Herti, 2010)

2.2 Pati Singkong

Pati singkong adalah pati yang didapatkan dari umbi singkong (*Manihot utilissima*). Singkong telah banyak dieksploitasi secara komersial dan masih merupakan sumber utama pembuatan pati. Pati merupakan karbohidrat kompleks yang tidak larut didalam air, berwujud putih seperti pasta atau bubuk dan tidak berbau. Pati diperoleh dari ekstraksi umbi singkong akan berwarna putih. Pati singkong memiliki granula dengan ukuran 5-35 μm dengan rata-rata ukurannya di atas 17 μm (Samsuri, 2008). Kandungan pati singkong dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Pati Singkong

Komponen	%
Kadar air	13
Kadar abu	0,2
Kadar lemak	0,8
Kadar protein	1
Kadar serat	3,4
Kadar pati	81,6

Sumber: (Subagio, 2007).

Komposisi utama dari pati singkong yaitu terdiri dari amilosa, amilopektin dan selebihnya yaitu komponen minor berupa protein, air, abu dan lemak. Pati yang memiliki kandungan amilosa mampu menyerap air dan mengembang karena membentuk ikatan hidrogen, amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin memberikan sifat lengket.

2.3 Gelatinasi Pati

Gelatinisasi adalah perubahan yang terjadi pada granula pati pada waktu mengalami pembengkakan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke bentuk semula (Winarno, 2002). Gelatinisasi disebut juga sebagai peristiwa koagulasi koloid yang mengakibatkanterperangkapnya air. Gelatinasi tidak dapat kembali ke bentuk semula karena terjadinya perubahan struktur granula pada suhu tertentu.

Pati terdiri dari amilosa dan amilopektin. Proporsi amilosa dan amilopektin dari berbagai sumber pati berbeda-beda demikian juga dengan bentuk dan ukuran granula yang disusunnya. Secara umum pati memiliki proporsi

amilopektin yang jauh lebih besar jikadibandingkan dengan amilosa. Kandungan amilosa pada kebanyakan sumber pati biasanya berkisar antara 20-30% dan amilopektin 70-80%. Adanya perbedaan karakteristik granula pati akan sangat berpengaruh pada sifat fisik, sifat kimia dan sifat fungsional pati. Pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dalam suatu cincin-cincin. Amilosa dan amilopektin di dalam granula pati dihubungkan dengan ikatan hidrogen.

Proses gelatinasi terjadi apabila granula pati dipanaskan di dalam air, maka energi panas akan menyebabkan ikatan hidrogen terputus, dan air masuk ke dalam granula pati. air yang masuk selanjutnya membentuk ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin. Meresapnya air ke dalam granula menyebabkan terjadinya pembengkakan granula pati. Ukuran granula akan meningkat sampai batas tertentu sebelum akhirnya granula pati tersebut pecah. Pecahnya granula menyebabkan bagian amilosa dan amilopektin berdifusi keluar. Proses masuknya air ke dalam pati yang menyebabkan granula mengembang dan akhirnya pecah. Karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan menyerap air sangatlah besar pula. terjadi peningkatan viskositas disebabkan air yang dulunya berada di luar granula dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan, kini sudah berada dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak bebas lagi. suhu gelatinisasi pati merupakan sifat khas untuk masing-masing pati. Suhu gelatinisasi ini diawali dengan pembengkakan yang "irreversible" granula pati dalam air panas dan diakhiri pada waktu telah kehilangan sifat kristalnya.

2.4 Amilosa dan Amilopektin

Kandungan amilosa dan amilopektin menunjukkan bahwa ubi kayu putih memiliki kandungan amilosa sangat tinggi yaitu (27,38 %). Pati terdiri dari dua komponen yang dapat dipisahkan yaitu amilosa dan amilopektin, dimana kadar persentase amilosa pada pati merupakan selisih dari persentase amilopektin. Kandungan amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong

Komponen	%
Kadar amilosa	27,38
Kadar amilopektin	72,62

Sumber: (Murtiningrum, 2012)

Perbedaan rasio amilosa dan amilopektin dalam pati berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia pati. Pati dengan kandungan amilosa tinggi, memiliki kemampuan menyerap air dan mengembang lebih besar karena amilosa memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen yang lebih besar dari pada amilopektin. Selain itu, pati dengan kandungan amilosa tinggi bersifat kurang rekat dan kering, sedang kan pati yang mengandung amilopektin yang tinggi bersifat rekat dan basah (Hidayat et al, 2007). Menurut Hartati dan Prana (2003) pati dengan kandungan amilopektin tinggi sangat sesuai untuk bahan roti dan kue karena sufat amilopektin yang sangat berpengaruh terhadap *swelling properties* (sifat mengembang pada pati).

2.5 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan salah satu limbah padat pabrik gula. Ampas tebu jumlahnya berlimpah di Indonesia. Ampas tebu merupakan limbah padat dari pengolahan industri gula tebu yang volumenya mencapai 30-40% dari tebu giling. Saat ini perkebunan tebu rakyat mendominasi luas areal perkebunan tebu di Indonesia. Ampas tebu termasuk biomassa mengandung lignoselulosa yang sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif seperti bioetanol atau biogas. Industri pembuatan gula dari tebu, tidak semua tebu dapat dikonversikan menjadi gula dan masih terdapat residu padat yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi yaitu selulosa. Residu padat ini disebut bagas dan masih belum dimanfaatkan secara optimal. Berikut kandungan ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kandungan Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Selulosa	52,7
Hemiselulosa	20,0
Lignin	24,2

Sumber: (Samsuri dkk., 2007).

Holoselulosa merupakan istilah yang digunakan untuk menyebutkan selulosa dan hemiselulosa. Selulosa adalah polimer glukosa (hanya glukosa) yang tidak bercabang. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Hidrolisis menggunakan asam biasanya dilakukan pada temperatur tinggi. Proses ini relatif mahal karena kebutuhan energi yang cukup tinggi. Pada tahun 1980-an, mulai dikembangkan hidrolisis selulosa dengan menggunakan enzim selulase (Gokhan Coral, dkk., 2002). Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dapat difermentasi menjadi etanol.

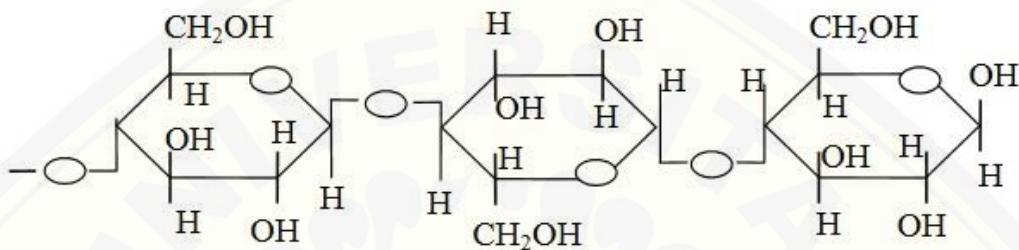
Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu yang digiling, jumlah tersebut, 60% digunakan untuk bahan bakar ketel. Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar pabrik, dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk serat dan partikel untuk papan, plastik dan kertas serta media untuk budidaya pertumbuhan jamur merang. Selain itu, ampas tebu juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan etanol dan bahan penyerap (adsorben) zat warna.

2.6 Selulosa

Selulosa merupakan polimer dengan rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$, dimana n adalah jumlah pengulangan unit gula atau derajat polimerisasi yang bervariasi berdasarkan sumber selulosa dan perlakuan yang diterimanya. Selulosa termasuk polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan dan mempunyai massa molekul relatif yang sangat tinggi, tersusun dari 2.000-3.000 glukosa. Selain itu, selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Struktur dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya *van der Waals* (Perez dkk, 2002).

Selulosa terdapat pada sebagian besar dalam dinding sel dan bagian-bagian berkayu dari tumbuh-tumbuhan. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Saha, 2004). Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkristal dan sisanya bagian amorf (Aziz dkk., 2002). Sifat-sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan sifat kimia. Selulosa dengan rantai panjang mempunyai sifat fisik yang lebih kuat, lebih tahan

lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis. Putera (2012) menyatakan bahwa selulosa sering digunakan sebagai bahan dasar industri kertas, sutera tiruan dll karena memiliki sifat fisik yang kuat, tahan terhadap panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis dan tidak mudah larut dalam air sehingga tidak mudah mengalami kerusakan. Struktur Selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur Selulosa

2.7 Gliserol

Gliserol adalah alkohol terhidrik dengan rumus kimia $C_3H_8O_3$. Gliserol merupakan senyawa dengan tiga gugus hidroksil yang mempunyai kekentalan yang tinggi, tidak berbau, tidak berwarna, dan berasa manis. Sifatnya yang higroskopis membuat gliserol menyerap air di udara. Titik lelehnya $18,17^{\circ}C$ dan mempunyai titik didih $290^{\circ}C$ (O'Neil dkk., 2006). Karena sifatnya yang mudah menyerap air, kandungan energi, dan indeks kelarutan yang tinggi di dalam air, gliserol banyak digunakan pada industri makanan, farmasi, kosmetik, dan lain sebagainya.

Gliserol merupakan *plasticizer* yang banyak digunakan karena cukup efektif mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekuler. Gliserol bersifat mudah dicerna, tidak beracun dan termetabolisme bersama karbohidrat, meskipun berada dalam bentuk kombinasi pada sayuran dan lemak binatang. Sebagai tambahan produk makanan dan pembungkus makanan yang kontak langsung dengan konsumen, tidak beracun adalah syarat utama. 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.

2.8 Uji warna (Tingkat kecerahan)

Warna merupakan salah satu parameter pengamatan plastik *biodegradable* karena semakin cerah sampel maka semakin disukai oleh konsumen dan menyerupai kemasan Plastik pada umumnya. Warna sering digunakan untuk mengetahui perubahan yang terjadi baik fisik maupun kimia suatu produk pertanian.

Pengukuran warna secara objektif penting dilakukan karena pada produk pangan maupun non pangan warna merupakan daya tarik utama sebelum konsumen mengenal dan menyukai sifat-sifat lainnya. Alat yang digunakan dalam uji warna yaitu colour reader. Warna plastik *biodegradable* dapat diamati secara kuantitatif dengan metode hunter menghasilkan tiga nilai pengukuran yaitu L, a dan b. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Semakin cerah sampel yang diukur maka nilai L mendekati 100. Sebaliknya semakin kusam (gelap), maka nilai L mendekati 0. Nilai a merupakan pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau. Nilai b merupakan pengukuran warna kromatik campuran kuning-biru (Purwani, 2006).

2.9 Sifat Mekanik

2.9.1 Ketebalan

Ketebalan film merupakan sifat yang dipengaruhi oleh plat pencetak dan konsentrasi padatan terlarut. Uji Ketebalan film dilakukan dengan alat *thickness gage*. Hasil uji ketebalan dinyatakan dengan satuan mm.

2.9.2 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dicapai hingga film dapat bertahan sebelum putus. Ardiansyah, R, (2011) menyatakan bahwa uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum hingga film putus.

2.9.3 Elongasi

Elongasi (persen pemanjangan) adalah perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga film terputus. Efek deformasi adalah kemampuan perubahan panjang secara merenggang (Alayanak, 2005).

2.9.4 *Modulus Young*

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

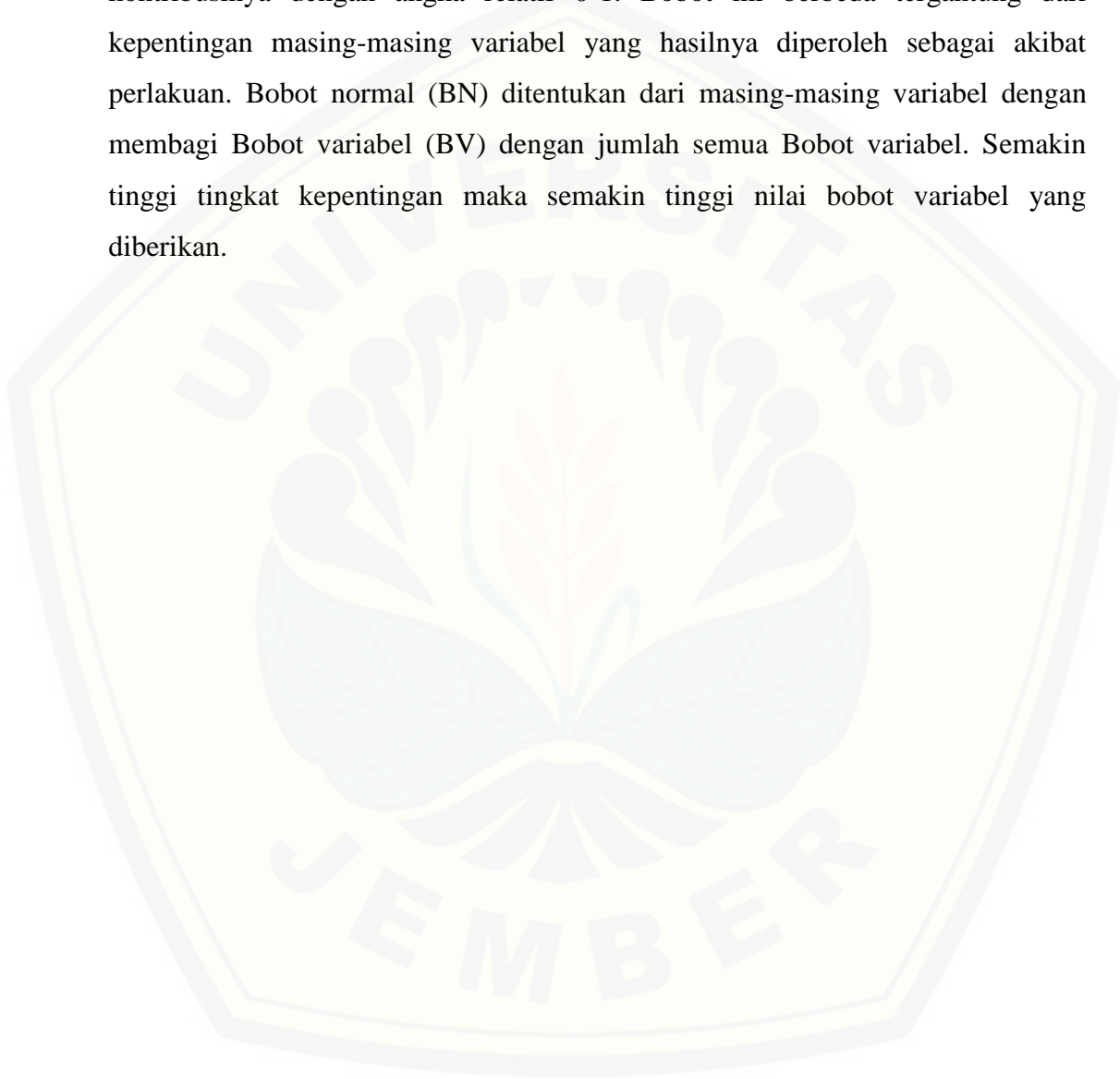
2.10 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan salah satu cabang dari bioremediasi dimana memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa besar atau kompleks menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih ramah lingkungan (Yani, 2003). 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 yang terdegradasi sebagai hasil dari aktivitas alam yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan alga.

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. Pada penelitian ini, uji biodegradasi dilakukan pada kondisi aerobik dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat di tanah. Sampel plastik *biodegradable* diuji dengan menggunakan metode *soil burial test* yaitu dengan penanaman ke dalam tanah (Subowo dan Pujiastuti, 2003). Metode ini bertujuan untuk melihat persentase kehilangan berat sampel pada proses degradasi sehingga akan bisa diperkirakan berapa lama sampel tersebut akan terurai oleh mikroorganisme dalam tanah (Ardiansyah, 2011).

2.11 Indeks Efektivitas

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan metode indeks efektivitas (Susrini, 2005). Variabel diurutkan menurut prioritas dan kontribusi terhadap hasil. Memberikan bobot nilai pada masing-masing variabel (BV) sesuai kontribusinya dengan angka relatif 0-1. Bobot ini berbeda tergantung dari kepentingan masing-masing variabel yang hasilnya diperoleh sebagai akibat perlakuan. Bobot normal (BN) ditentukan dari masing-masing variabel dengan membagi Bobot variabel (BV) dengan jumlah semua Bobot variabel. Semakin tinggi tingkat kepentingan maka semakin tinggi nilai bobot variabel yang diberikan.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati singkong merk Pak Tani, Limbah Ampas tebu (hasil pembuangan limbah ampas tebu di PG. Glenmore, Banyuwangi), gliserol dan aquades.

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah loyang, ayakan 80 mesh, baskom, *beaker glass* 250 ml (Herma), spatula, *blender*, *oven* (Daihan Labtech Model LDO-080N), neraca digital, *stopwatch* (Xiaomi), *universal testing machine* (HT-2402), pisau, *colour reader* (CR-10), *thickness gage* (Mitutoyo type 1012x), *hotplate* dan *stirer* (Midle Scientific MS300HS), *moisture meter* (Sartorius M150).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2019 hingga bulan Agustus 2019, bertempat di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri (Lab Magr), Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian (Lab RPHP), Laboratorium *Engineering* Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Fisika dan Material, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu variasi penambahan tepung ampas tebu yang digunakan dengan 4 taraf, yaitu 0% (A0), 5% (A1), 10% (A2), dan 15% (A3) dari berat pati singkong. Faktor kedua yaitu volume gliserol dengan 3 taraf, yaitu 20% (G1), 30% (G2), dan 40% (G3) dari berat pati singkong. Kombinasi perlakuan dari kedua faktor dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kombinasi Faktor 1 dan Faktor 2

Volume Gliserol	Tepung Ampas Tebu			
	A0	A1	A2	A3
G1	A0G1	A1G1	A2G1	A3G1
G2	A0G2	A1G2	A2G2	A3G2
G3	A0G3	A1G3	A2G3	A3G3

Keterangan A0G1 : Tepung ampas tebu 0% dan gliserol 20%
 A0G2 : Tepung ampas tebu 0% dan gliserol 30%
 A0G3 : Tepung ampas tebu 0% dan gliserol 40%
 A1G1 : Tepung ampas tebu 5% dan gliserol 20%
 A1G2 : Tepung ampas tebu 5% dan gliserol 30%
 A1G3 : Tepung ampas tebu 5% dan gliserol 40%
 A2G1 : Tepung ampas tebu 10% dan gliserol 20%
 A2G2 : Tepung ampas tebu 10% dan gliserol 30%
 A2G3 : Tepung ampas tebu 10% dan gliserol 40%
 A3G1 : Tepung ampas tebu 15% dan gliserol 20%
 A3G2 : Tepung ampas tebu 15% dan gliserol 30%
 A3G3 : Tepung ampas tebu 15% dan gliserol 40%

Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan pengamatan dilakukan sebanyak dua kali (*duplo*) kemudian diuji tingkat kecerahan, daya serap, uji kuat tarik, elongasi, *modulus young* dan uji biodegradasi kemudian dilakukan pemilihan perlakuan terbaik.

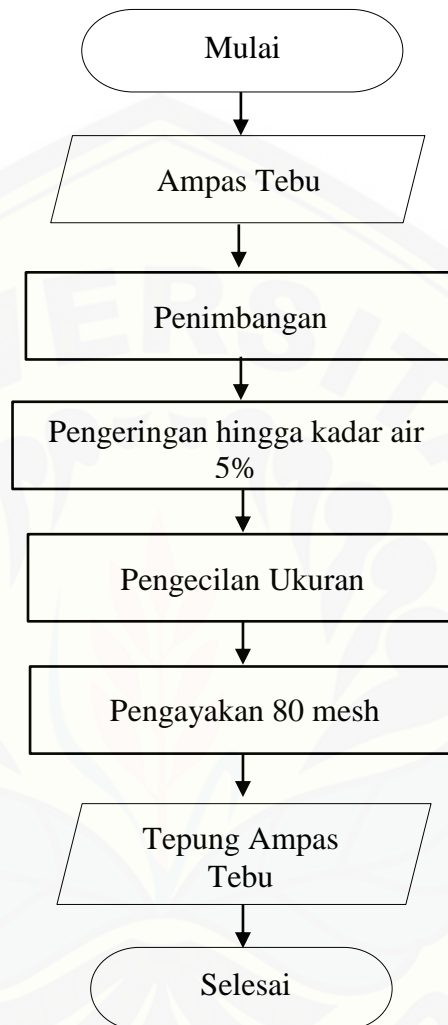
3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu persiapan bahan baku dan pembuatan plastik *biodegradable*. Persiapan bahan baku meliputi pembuatan tepung dari ampas tebu dan tahap yang terakhir yaitu pembuatan plastik *biodegradable*. Tahapan-tahapan proses dalam persiapan bahan pembuatan tepung ampas tebu dan plastik *biodegradable* adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Tepung Ampas Tebu

Ampas tebu disortasi, dipilih yang bagus ditimbang kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar airnya 5%. Setelah kering, ampas tebu tersebut dihancurkan dengan menggunakan blender menjadi berbentuk bubuk. Tepung ampas tebu lalu disimpan dalam wadah plastik yang kedap udara agar

bahan baku tidak terkontaminasi mikroorganisme. Skema kerja pembuatan tepung ampas tebu dapat dilihat dalam Gambar 3.1.

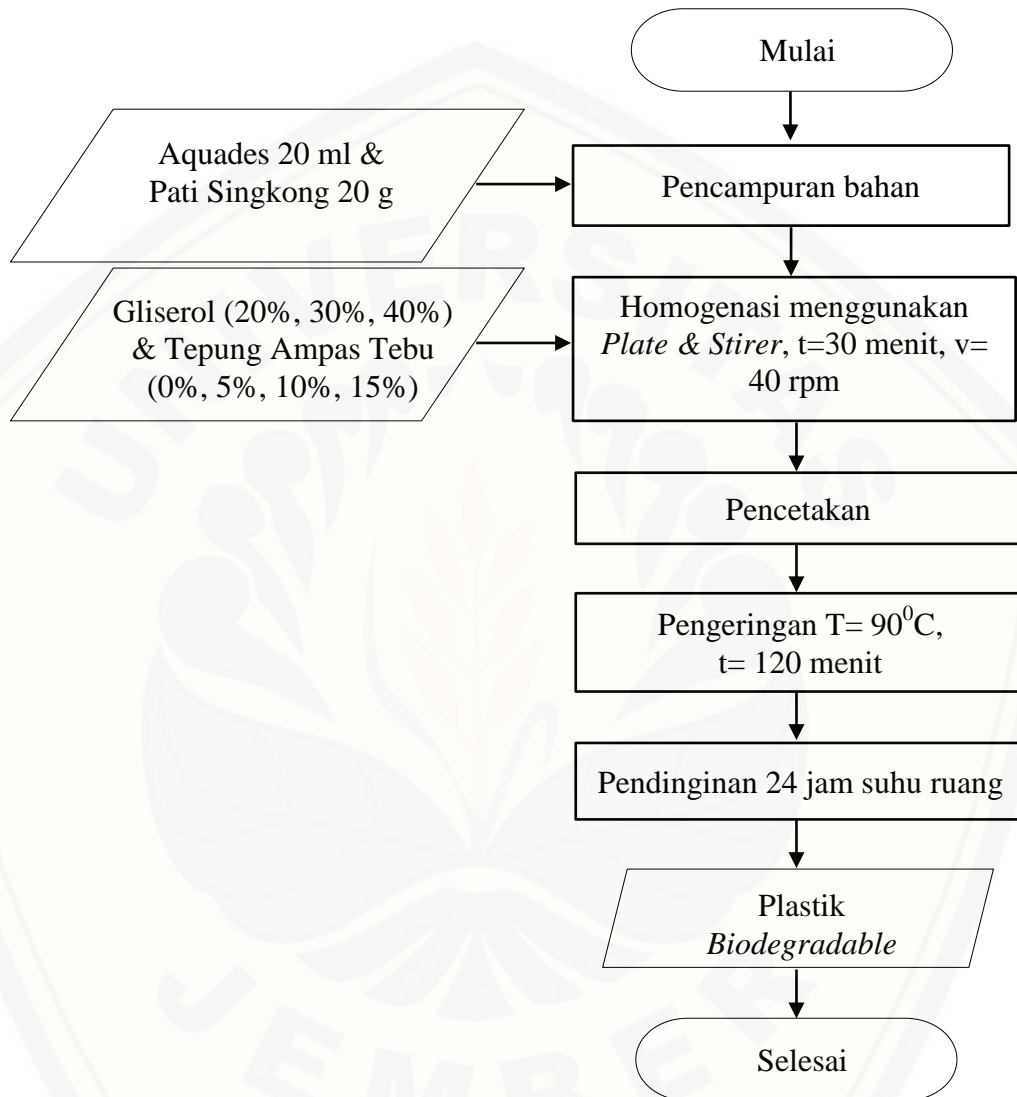


Gambar 3.1 Pembuatan Tepung Ampas Tebu

b. Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* diawali dengan menyiapkan pati singkong sebanyak 20 g dan aquades sebanyak 20 ml. Pada penelitian ini digunakan perbandingan antara tepung ampas tebu dan gliserol sesuai perlakuan. Pati singkong dimasukkan kedalam aquades yang kemudian dimasukkan gliserol sambil diaduk dengan *hotplate* dan *stier*, setelah tercampur kemudian dimasukkan tepung ampas tebu, lama homogenisasi yaitu 30 menit dengan kecepatan putar stirer 40 rpm. Adonan yang sudah siap kemudian dilakukan pencetakan

menggunakan cetakan aluminium dengan diameter 22 cm. Setelah itu dilakukan pengeringan menggunakan *oven* dengan suhu 90°C selama 2 jam. Skema pembuatan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pembuatan Plastik *Biodegradable*

3.5 Parameter Pengamatan

Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian karakteristik Bioplastik meliputi:

- Analisis Tingkat Kecerahan Warna (Sugandi dkk., 2015)
- Analisis Daya Serap Air (ABNT NBR NM ISO 535, Dalam Matsui dkk., 2004)
- Analisis Sifat Mekanik (ASTM D638-94, Arbiantara dkk., 2013)
- Analisis Biodegradasi (Ardiansyah dengan modifikasi, 2011)

3.6 Prosedur Analisis

3.6.1 Uji Tingkat Kecerahan Warna

Sampel ditempatkan diatas kertas berwarna putih, kemudian didapatkan nilai L_s pada kertas warna putih tersebut, selanjutnya didapatkan nilai L pada plastik *biodegradable*. Pengukuran tingkat kecerahan warna menggunakan alat *colour reader* menghasilkan nilai L , a dan b . Nilai L , menyatakan tingkat kecerahan dimana nilai 0 mewakili warna hitam dan 100 warna putih, semakin besar nilai L maka akan semakin cerah plastik *biodegradable* tersebut. Perhitungan tingkat kecerahan dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta L = L_s - L$$

ΔL = Perbedaan kordinat warna L

L_s = Nilai L standart

L = Nilai L sampel

3.6.2 Uji Daya serap air

Pengujian daya serap air dilakukan mengikuti standar prosedur ABNT NBR NM ISO 535 Dalam Matsui dkk., (2004) dimana sampel dipotong berukuran 2,5 x 5 cm. Sampel di oven dengan suhu 60°C selama 2 jam hingga berat konstan, selanjutnya ditimbang dan dicatat berat awalnya. Sampel direndam dalam aquades selama 1 menit untuk mengetahui daya serap sampel terhadap air. Setelah itu, air dihilangkan dari permukaan sampel dengan cara didiamkan selama 5 menit kemudian ditimbang berat sampel setelah direndam dalam aquades. Perhitungan daya serap air dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$WA (\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

WA = Water Absorption

W1 = Berat Akhir (g)

W0 = Berat Awal (g)

3.6.3 Uji Sifat Mekanik

1. Uji Ketebalan

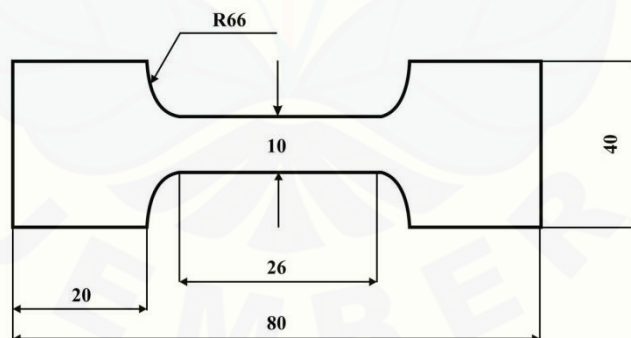
Uji ketebalan diukur pada tiga posisi yang berbeda seperti pada Gambar 3.4 dan kemudian diambil nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan mm. Uji ketebalan dilakukan dengan menggunakan alat *thickness gage*.



Gambar 3.3 Titik Pengukuran

2. Uji kuat tarik

Uji kuat tarik dan elongasi dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing machine*. Potongan plastik *biodegradable* dengan ukuran lebar 10 mm dan panjang 80 mm disimpan terlebih dahulu dalam toples berisi silika gel selama satu hari, 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.



Gambar 3.4 Spesimen Uji Tarik (ASTM D638-94)

Uji tarik dilakukan dengan alat uji ditarik secara dua arah yang berlawanan, film tersebut akan bertambah panjang dan diameter semakin kecil. Uji tarik akan menghasilkan data pertambahan panjang dan besarnya beban. Adapaun rumus secara matematis kuat tarik yaitu sebagai berikut:

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

Keterangan:

TS = *tensile-strength* (MPa)

Fmax = gaya maksimum (N)

A = luas permukaan (mm²)

3. Uji Elongasi

Elongasi atau Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang film saat putus dan panjang film sebelum ditarik oleh alat *universal testing machine*. Adapun rumus secara matematis persen pemanjangan (elongasi) yaitu sebagai berikut:

$$e(\%) = \frac{(L1 - L0)}{L0} \times 100\%$$

Keterangan:

e = elongasi (%)

L1 = panjang akhir benda uji (mm)

L0 = panjang awal benda uji (mm)

4. Modulus Young

Modulus young merupakan pengukuran tingkat kekakuan suatu bahan yang diperoleh dari perbandingan antara kuat tarik dan pemanjangan saat putus.

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

3.6.4 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan metode *soil burial test* atau media penguburan tanah, prosedur uji tersebut, yaitu pertama menyiapkan wadah dan tanah untuk media penguburan. Sampel dipotong dengan ukuran 5 x 2 cm untuk setiap perlakuan, selanjutnya plastik *biodegradable* dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 2 jam hingga berat sampel konstan lalu plastik *biodegradable* ditimbang untuk mendapatkan berat awal. Sampel dikubur kedalam tanah selama 30 hari dalam wadah dengan ukuran 26x18x8 cm, lalu sampel dikeluarkan dari media tanah dan dibersihkan dari tanah kemudian dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 60°C selama 2 jam. Sampel ditimbang dan

didapatkan berat sampel akhir. Perhitungan persen kehilangan berat menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

B1 = berat sampel awal (g)

B2 = berat sampel akhir (g)

3.7 Uji Indeks Efektivitas

Parameter yang dianalisis dikelompokkan menjadi 2 kelompok. Kelompok A terdiri dari parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik. Kelompok B terdiri dari parameter yang semakin rendah reratanya semakin baik. Nilai efektifitas ditentukan dengan rumus:

$$\text{Nilai Efektifitas} = \frac{(\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terjelek})}{(\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terjelek})} \times 100\%$$

Variabel dengan kelompok A maka nilai terbaik didapat dari nilai tertinggi dan nilai terjelek didapat dari nilai terendah. Pada variabel dengan kelompok B maka nilai terbaik didapat dari nilai terendah dan nilai terjelek didapat dari nilai tertinggi. 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.

3.8 Analisa Data

Data hasil penelitian diolah dengan aplikasi *Microsoft Excel* 2010 dan *SPSS* versi 16 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 melakukan uji indeks efektifitas. Data disajikan dalam bentuk tabel kemudian dijelaskan secara deskriptif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang sifat fisik dan mekanik plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan variasi penambahan ampas tebu dan gliserol didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penambahan konsentrasi ampas tebu dan gliserol dapat menurunkan tingkat kecerahan plastik *biodegradable* yang dihasilkan antara 44,82 – 76,15. Penambahan ampas tebu dan gliserol meningkatkan nilai daya serap air plastik *biodegradable*, nilai daya serap air yang dihasilkan antara 2,61 – 10,64%. Penambahan ampas tebu dan gliserol meningkatkan nilai ketebalan plastik *biodegradable* dengan nilai yang dihasilkan antara 0,79 – 1,11 mm. Nilai kuat yang didapatkan berbanding terbalik dengan nilai elongasi plastik *biodegradable* yaitu antara 8,30 – 14,33%, berbanding lurus dengan nilai *modulus young* yang dihasilkan antara 0,09 – 1,24 Mpa.
- b. Nilai biodegradasi tertinggi pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 40% dengan nilai kehilangan berat sebesar 10,40%.
- c. Berdasarkan hasil uji indeks efektivitas didapatkan tiga perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 20%, perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 30%, perlakuan penambahan ampas tebu 0% dan gliserol 40%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu uji daya simpan dan kelayakan plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan variasi penambahan ampas tebu dan gliserol untuk kebutuhan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Akili, M. S, Ahmad. U, dan Suyatma N.A. 2012. *Karakteristik Edible film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang*. Jurusan Keteknikan Pertanian. Vol. 26. No. 1.
- Alyanak, D. 2005. Water Vapour Permeable Edible Membranes. *Thesis*. Turkey: Biotechnology and Bioengineering Program. Izmir Institute of Technology.
- 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*. Vol. 6 (1).
- Ardiansyah, R. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Aziz A.A., M. Husin and A. Mokhtar. 2002. Preparation of cellulose from oil palm empty fruit bunches via ethanol digestion: effect of acid and alkali catalysts. *Journal of Oil Palm Research*. Vol. 14(1):9-14.
- 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*. Vol. 16: 243-247.
- Choi, W.S. and Han, J.H. 2001. *Physical and Mechanical Properties of Pea Protein-Based Edible Films*. Food Science Journal. 66(2): 319-322.
- Darni, Yuli Dan Herti Utami. 2010. Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobilitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*. Vol. 7(4):190-195.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta. Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Gokhan Coral, Burhan A., M. Nisa U., and Hatice G. 2002. Some Properties of Crude Carboxymethyl Cellulase of *Aspergillus niger* Z10 Wild-Type Strain. *Turk J. Biol.* Vol.26:209-213.
- Hartati, N. S. dan Prana, T. K. 2003. Analisis kadar pati dan serat kasar tepung beberapa kultivar talas (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia*. Vol.6(1): 29-33.

- Hidayat, B., A. Basuki, dan Sugiyono. 2007. Karakterisasi Tepung Ubi Jalar varietas Shiroyutaka (*Ipomoea batatas* var. *Shiroyutaka*) Serta Kajian Potensi Penggunaannya Sebagai Sumber Pangan Karbohidrat Alternatif. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia bekerja sama dengan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol.18: 32 – 39.
- Iriani ES. 2013. Pengembangan produk biodegradable foam berbahan baku campuran tapioka dan ampok. *Disertasi*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Jenna, R. Jambeck. 2015. *Plastic waste inputs from land into the ocean*. University of Georgia.
- J. R. Barnett and V. a Bonham. 2004 “Cellulose microfibril angle in the cell wall of wood fibres” *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* Vol. 79 (2): 461–472.
- Matsui KN, Larotonda FDS, Pae SS, Luiz DB, Pires ATN, Laurindo JB. 2004. Cassava bagasse-Kraft paper composites: analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and waterabsorption properties. *Carbohydr Polym.* Vol. 55: 237–243.
- Murtiningrum. 2012. Pengaruh Preparasi Ubi Jalar (IPOMEA BATATAS) sebagai Bahan Pengental terhadap Komposisi Kimia dan Sifat Organoleptik Saus Buah Merah (PANDANUS CONOIDEUS L). Papua: *Jurnal Agroteknik*. Vol 6(1).
- Nasution, W.M, 2018. Analisis pengaruh komposisi partikel ampas tebu dan partikel tempurung kelapa terhadap sifat fisis dan mekanis komposit papan partikel perekat resin epoksi. *Jurnal fisika unand*. Vol. 7(2).
- O’Neil M.J., Patricia E. Heckelman., Cherie B. Koch, and Kristin J. Roman, editor. 2006. *The Merck Index An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. New Jersey: Merck Research Laboratories.
- Paramawati, R., Wijaya, C. H., Achmadi, S. S., Suliantari, 2007. Evaluasi Ciri Mekanis dan Fisis Bioplastik dari Campuran Poli (Asam Laktat) dengan Polisakarida. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol. 12 (2): 75-83.
- Perez J., J. Munoz-Dorado, T. de la Rubia and J. Martinez. 2002. Biodegradation and Biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int. Microbiol.* Vol. 5:53-63.
- Proborini, P. 2006. Pembuatan Edible Film dari Pati Garut (Marantaarundinaceae L) (Kajian Konsentrasi Suspensi Pati dan Proporsi Penambahan Gliserin). *Skripsi*. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

- Purwani E dan Muwakhidah. 2006. *Efek Berbagai Pengawet Alami Sebagai Pengganti Formalin Terhadap Sifat Organoleptik Dan Masa Simpan Daging Dan Ikan*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. *Outlook Ubi Kayu: Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Jakarta: Sekjen Kementerian Pertanian.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. *Outlook Tebu: Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Jakarta: Sekjen Kementerian Pertanian.
- Putera, R. D. H. 2012. Ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Saha, B.C. 2004. *Lignocellulose Biodegradation and Application in Biotechnology*. US Government Work: American Chemical Society. 2-14.
- Samsuri M., M. Gozan, R. Mardias, M. Baiquni, H. Hermansyah, Wijanarko, B. Prasetyo, dan M. Nasikin. 2007. Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi ethanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase. *Jurnal Makara*. Vol 11 (1): 17-24.
- Samsuri, B., 2008. Penggunaan Prigelatinasi Pati Singkong Suksinat Sebagai Matriks dalam Sediaan Tablet Mengapung Verapamil HCl. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- 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*. Vol. 7(9): 101-105.
- Sitompul, A dan Zubaidah, E. 2017. Sifat Fisik Edible Film Kolang-Kaling. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol.5 No.1:13-25.
- Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*. PT. Pradnya Paramita, cetakan pertama. Jakarta.
- Subagio, A. 2007. *Industrialisasi Modified Cassava Flour (MOCAL) sebagai Bahan Baku Industri Untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional*. Tidak Diterbitkan. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Subowo, W.S dan Pujiastuti, S., 2003. Plastik Yang Terdegradasi Secara Alami (Biodegradable) Terbuat Dari LDPE Dan Pati Jagung Terlapis. *Prosiding Simposium Nasional Polimer IV*. Bandung: Pusat Penelitian Informatika-LIPI. 203-208.

- Sulityo, H.W. dan Ismiyati. 2012. *Pengaruh Formulasi Pati Singkong–Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas pada Pembuatan Bioplastik*. Konversi. Vol. 1(2): 23-30.
- Sumarto, 2000. Mempelajari Pengaruh Penambahan Asam Lemak dan Natrium Benzoat terhadap Sifat Fisik, Mekanik dan Aktifitas Antimikroba Film Edible Kitosan. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Susrini, I. 2005. *Indeks Effectivitas Suatu Pemikiran Tentang : Alternatif Untuk Memilih Perlakuan Terbaik pada Penelitian Pangan*. Malang: Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Vanin, F. M., P. J. A. Sobral, F. C. Menegalli, R. A. Carvalho, A. M. Q. B. Habitante. 2005. Effects of plasticizers and their concentrations on thermal and functional properties of gelatin-based films. *Food Hydrocol Journal*. Vol. 19: 899-907.
- Winarno. 2002. *Kimia Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wittaya, T. 2012. Rice Starch-Based Biodegradable Films: Properties Enhancement, Structure and Function of Food Engineering. *Journal of Food Technology*. Vol. 4(3): 89-92.
- Wypich, G. 2003. *Plasticizer Use and Selection for Specific Polymers*. Toronto: ChemTec Laboratories.
- Yani, M., Fauzi A., dan Aribowo, F.,. 2003. *Bioremediasi Lahan Terkontaminasi Senyawa Hidrokarbon*. Bogor: Forum Bioremediasi. Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Uji Tingkat Kecerahan Warna (L)

Tabel A.1 Hasil Pengamatan Tingkat Kecerahan Warna (L)

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	76.16	75.44	74.93
	2	76.24	75.27	74.87
	3	76.06	75.4	74.95
A1(5%)	1	49.98	48.16	48.12
	2	49.54	48.8	48.47
	3	50.16	48.77	48.16
A2(10%)	1	47.22	46.45	46.3
	2	47	46.65	46.41
	3	47.35	46.72	46.34
A3(15%)	1	46	45.3	44.67
	2	46.07	45.5	44.94
	3	46.09	45.23	44.84

Tabel A.2 Rata-rata Hasil Analisis Warna Tingkat Kecerahan Warna

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	76.15	75.37	74.92
A1(5%)	49.89	48.58	48.25
A2(10%)	47.19	46.61	46.35
A3(15%)	46.05	45.34	44.82

Tabel A.3 Standart Deviasi Uji Tingkat Kecerahan Warna

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.090	0.089	0.042
A1(5%)	0.319	0.361	0.192
A2(10%)	0.177	0.140	0.056
A3(15%)	0.047	0.140	0.137

Tabel A.4 Uji Normalitas Tingkat Kecerahan Warna

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Standardized Residual	.959	36	.207

Tabel A.5 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4649.247 ^a	11	503.477	1.585E4	.000
Intercept	105469.058	1	105469.058	3.320E6	.000
AMPAS	598.252	3	199.417	6.278E3	.000
GLISEROL	4050.995	2	2025.498	6.377E4	.000
AMPAS*GLISEROL	889.000	6	148.167	4.665E3	.000
Error	.762	24	.032		
Total	111008.067	36			
Corrected Total	5539.009	35			

a. R Squared = ,839 (Adjusted R Squared = ,813)

Lampiran B. Data Hasil Uji Daya Serap Air Plastik *Biodegradable*

Tabel B.1 Data Hasil Uji Daya Serap Air

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	2.55	2.82	3.21
	2	3.76	4.05	4.64
	3	1.52	2.29	2.74
A1(5%)	1	4.64	5.23	5.67
	2	5.56	6.34	7.35
	3	3.47	4.44	4.76
A2(10%)	1	6.45	7.53	8.28
	2	8.53	8.76	9.09
	3	5.80	6.57	8.26
A3(15%)	1	9.09	9.70	10.42
	2	11.29	11.85	11.59
	3	8.94	9.52	9.92

Tabel B.2 Rata-rata Hasil Analisis Daya Serap Air

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	2.61	3.05	3.53
A1(5%)	4.55	5.34	5.93
A2(10%)	6.93	7.62	8.54
A3(15%)	9.77	10.36	10.64

Tabel 3. Standart Deviasi Uji Daya Serap Air

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1.123	0.906	0.988
A1(5%)	1.044	0.951	1.314
A2(10%)	1.425	1.097	0.474
A3(15%)	1.315	1.296	0.858

Tabel B.4 Uji normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for UJIDAYASERAPAIR	.962	36	.230

Tabel B.5 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	277.387 ^a	11	25.217	22.588	.000
Intercept	1598.800	1	1598.800	1.432E3	.000
AMPAS	22.129	3	7.376	6.607	.002
GLISEROL	253.820	2	126.910	113.677	.000
AMPAS * GLISEROL	1.438	6	.240	.215	.968
Error	26.794	24	1.116		
Total	1902.981	36			
Corrected Total	304.181	35			

a. R Squared = ,912 (Adjusted R Squared = ,872)

Tabel B.6 Uji DUNCAN

Sampel N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A0G1	3	2.6100							a
A0G2	3	3.0533							a
A0G3	3	3.5300	3.5300						ab
A1G1	3	4.5567	4.5567	4.5567					abc
A1G2	3		5.3367	5.3367	5.3367				bcd
A1G3	3		5.9267	5.9267	5.9267				cde
A2G1	3			6.9267	6.9267	6.9267			def
A2G2	3				7.6200	7.6200			ef
A2G3	3					8.5433	8.5433		fg
A3G1	3						9.7733	9.7733	gh
A3G2	3						10.3567	10.3567	gh
A3G3	3							10.6433	h
Sig.		.054	.068	.115	.071	.084	.103	.125	.441

Lampiran C. Data Hasil Uji Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

C.1 Ketebalan

Tabel C.1.1 Data hasil analisis ketebalan

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	0.77	0.79	0.79
	2	0.78	0.79	0.79
	3	0.81	0.83	0.88
A1(5%)	1	0.86	0.88	0.89
	2	0.88	0.89	0.90
	3	0.95	0.96	0.97
A2(10%)	1	0.90	0.94	0.95
	2	0.92	0.94	0.95
	3	0.98	0.99	0.99
A3(15%)	1	1.05	1.13	1.15
	2	1.08	1.10	1.13
	3	1.03	1.07	1.06

Tabel C.1.2 Rata-rata Hasil Analisis Ketebalan

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.79	0.80	0.82
A1(5%)	0.90	0.91	0.92
A2(10%)	0.93	0.96	0.96
A3(15%)	1.06	1.10	1.11

Tabel C.1.3 Standart Deviasi Analisis Ketebalan

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.018	0.026	0.050
A1(5%)	0.046	0.046	0.043
A2(10%)	0.044	0.479	0.025
A3(15%)	0.021	0.030	0.049

Tabel C.1.4 Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for USMKETEBALAN	.959	36	.148

Tabel C.1.5 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.387 ^a	11	.035	25.499	.000
Intercept	31.678	1	31.678	2.295E4	.000
AMPAS	.050	3	.017	12.064	.000
GLISEROL	.321	2	.166	116.211	.000
AMPAS * GLISEROL	.016	6	.003	1.979	.109
Error	.033	24	.001		
Total	32.099	36			
Corrected Total	.420	35			

a. R Squared = ,921 (Adjusted R Squared = ,885)

Tabel C.1.6 Uji DUNCAN

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A0G1	3	.78667			a
A0G2	3	.80333			a
A0G3	3	.82000			a
A1G1	3		.89667		b
A1G2	3		.91000		b
A1G3	3		.92000		b
A2G1	3		.93333		b
A2G2	3		.95667		b
A2G3	3		.96333		b
A3G1	3			1.05533	c
A3G2	3			1.10000	c
A3G3	3			1.11333	c
Sig.		.310	.062	.072	

C.2 Kuat Tarik

Tabel C.2.1 Data Hasil Kuat Tarik

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	9.60	8.80	8.10
	2	9.30	8.90	8.20
	3	9.20	8.60	8.60
A1(5%)	1	11.00	10.50	12.10
	2	11.80	11.40	11.50
	3	12.10	11.50	10.30
A2(10%)	1	12.10	12.60	11.20
	2	12.80	12.10	12.30
	3	12.80	12.50	11.90
A3(15%)	1	14.50	13.90	13.40
	2	14.30	13.60	13.50
	3	14.20	13.80	13.70

Tabel C.2.2 Rata-rata Hasil Kuat Tarik

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	9.37	8.77	8.30
A1(5%)	11.63	11.13	10.40
A2(10%)	12.57	12.40	11.80
A3(15%)	14.33	13.77	13.53

Tabel C.2.3 Standart Deviasi Analisis Kuat Tarik

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.208	0.153	0.265
A1(5%)	0.569	0.551	0.265
A2(10%)	0.404	0.265	0.557
A3(15%)	0.153	0.153	0.153

Tabel C.2.4 Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for USMKUATTARIK	.946	36	.079

Tabel C.2.5 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	128.887 ^a	11	11.717	97.191	.000
Intercept	4761.000	1	4761.000	3.949E4	.000
AMPAS	15.262	3	5.087	42.200	.000
GLISEROL	88.832	2	44.416	368.426	.000
AMPAS * GLISEROL	24.793	6	4.132	34.276	.000
Error	2.893	24	.121		
Total	4892.780	36			
Corrected Total	131.780	35			

a. R Squared = ,978 (Adjusted R Squared = ,968)

Tabel C.2.6 Uji DUNCAN

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	
A0G3	3	8.3000								a
A0G2	3	8.7667								a
A0G1	3		9.3667							b
A1G3	3			10.4000						c
A1G2	3				11.1333					d
A1G1	3				11.6333	11.6333				ef
A2G3	3					11.8000				f
A2G2	3						12.4000			g
A2G1	3						12.5667			g
A3G3	3							13.5333		h
A3G2	3							13.7667	13.7667	hi
A3G1	3								14.3333	i
Sig.		.113	1.000	1.000	.091	.562	.562	.419	.057	

C.3 Elongasi

Tabel C.3.1 Data Hasil Elongasi

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	73.77	90.50	93.50
	2	79.08	85.31	99.04
	3	78.38	85.27	90.12
A1(5%)	1	50.58	62.81	67.62
	2	53.73	55.23	67.19
	3	54.38	58.50	74.38
A2(10%)	1	28.50	31.46	46.85
	2	31.31	35.08	42.77
	3	31.23	32.00	43.04
A3(15%)	1	12.85	12.23	25.65
	2	9.35	16.00	23.50
	3	13.35	12.42	22.81

Tabel C.3.2 Rata-rata Hasil Elongasi

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	77.08	87.03	94.22
A1(5%)	52.90	58.85	69.73
A2(10%)	30.35	32.85	44.22
A3(15%)	11.85	13.55	23.99

Tabel C.3.3 Standart Deviasi Analisis Elongasi

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	2.885	3.009	4.505
A1(5%)	2.036	3.800	4.036
A2(10%)	1.599	1.951	2.280
A3(15%)	2.179	2.123	1.484

Tabel C.3.4 Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for USMELONGASI	.942	36	.057

C.4 Modulus Young

Tabel C.4.1 Data Hasil *Modulus Young*

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	13.01	9.72	8.66
	2	11.76	10.43	8.28
	3	11.74	10.09	9.54
A1(5%)	1	21.75	16.72	15.09
	2	21.96	20.64	15.92
	3	22.25	19.66	13.85
A2(10%)	1	42.46	40.05	23.91
	2	40.88	34.50	28.76
	3	40.99	39.06	27.65
A3(15%)	1	112.87	113.65	52.23
	2	153.00	85.00	57.45
	3	106.40	111.08	60.07

Tabel C.4.2 Rata-rata Hasil *Modulus Young*

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	12.17	10.08	8.83
A1(5%)	21.99	19.01	14.95
A2(10%)	41.44	37.87	26.77
A3(15%)	124.09	103.24	56.58

Tabel C.4.3 Standart Deviasi Analisis *Modulus Young*

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.730	0.355	0.648
A1(5%)	0.251	2.041	1.045
A2(10%)	0.880	2.963	2.542
A3(15%)	25.247	15.852	3.988

Tabel C.4.4 Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for USMMODULUSYOUNG	.777	36	.000

Tabel C.4.5 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.654 ^a	11	.423	54.122	.000
Intercept	5.696	1	5.696	728.722	.000
AMPAS	.575	3	.192	24.522	.000
GLISEROL	2.719	2	1.360	173.925	.000
AMPAS * GLISEROL	1.360	6	.227	28.988	.000
Error	.188	24	.008		
Total	10.537	36			
Corrected Total	4.841	35			

a. R Squared = ,963 (Adjusted R Squared = ,946)

Tabel C.4.6 Uji DUNCAN

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
A0G3	3	.0900						a
A0G2	3	.1000						a
A0G1	3	.1233	.1233					ab
A1G3	3	.1500	.1500					ab
A1G2	3	.1933	.1933					ab
A1G1	3	.2200	.2200					ab
A2G3	3		.2700	.2700				bc
A2G2	3			.3767				c
A2G1	3			.4133				c
A3G3	3				.5633			d
A3G2	3					1.0333		e
A3G1	3						1.2400	f
Sig.		.124	.079	.071	1.000	1.000	1.000	

Lampiran D. Data Hasil Uji Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Tabel D.1 Hasil Pengamatan Biodegradasi

Ampas Tebu	Ulangan	Gliserol		
		G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	1	8.33	9.86	10.34
	2	8.50	8.84	10.39
	3	8.45	10.13	10.46
A1(5%)	1	1.23	3.66	3.85
	2	1.21	2.42	3.45
	3	1.30	2.08	3.23
A2(10%)	1	4.08	4.29	4.85
	2	3.87	4.24	5.10
	3	4.90	4.52	5.13
A3(15%)	1	5.10	6.10	6.90
	2	4.94	6.33	7.19
	3	5.06	6.10	7.10

Tabel D.2 Rata-rata Hasil Biodegradasi

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	8.43	9.61	10.40
A1(5%)	1.25	2.72	3.51
A2(10%)	3.95	4.35	5.02
A3(15%)	5.03	6.17	7.06

Tabel D.3 Standart Deviasi Analisis Biodegradasi

Ampas Tebu	Gliserol		
	G1(20%)	G2(30%)	G3(40%)
A0(0%)	0.084	0.677	0.057
A1(5%)	0.046	0.829	0.314
A2(10%)	0.115	0.145	0.153
A3(15%)	0.083	0.134	0.150

Tabel D.4 Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for BIODEGRADASI	.946	36	.078

Lampiran E. Penentuan Perlakuan Terbaik

Tabel E.1 Nilai terbaik terjelek

No.	Parameter	Nilai rata-rata											Nilai terbaik	Nilai terjelek	
		A0G1	A0G2	A0G3	A1G1	A1G2	A1G3	A2G1	A2G2	A2G3	A3G1	A3G2			AG3G3
1	Tingkat kecerahan warna	76.15	75.37	74.92	49.89	48.58	48.25	47.19	46.61	46.35	46.05	45.34	44.82	76.15	44.82
2	Daya serap air	2.61	3.05	3.53	4.55	5.34	5.93	6.93	7.62	8.54	9.77	10.36	10.64	2.61	10.64
3	Ketebalan	0.79	0.80	0.82	0.90	0.91	0.92	0.93	0.96	0.96	1.06	1.10	1.11	0.79	1.06
4	Kuat tarik	9.37	8.77	8.30	11.63	11.13	10.40	12.57	12.40	11.80	14.33	13.77	13.53	14.33	8.30
5	Elongasi	77.08	87.03	94.22	52.90	58.85	69.73	30.35	32.85	44.22	11.85	13.55	23.99	11.85	94.22
6	<i>Modulus young</i>	0.12	0.10	0.09	0.22	0.19	0.15	0.41	0.38	0.27	1.24	1.03	0.57	1.24	0.09
7	Biodegradasi	8.43	9.61	10.40	1.25	2.72	3.51	3.95	4.35	5.02	5.03	6.17	7.06	10.40	1.25

Tabel E.2 Data uji indeks efektivitas

No.	Parameter	BV	BN	A0G1		A0G2		A0G3		A1G1		A1G2		A1G3	
				NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH
1	Tingkat kecerahan warna	0.5	0.09	1.0	0.09	0.98	0.09	0.96	0.09	0.16	0.01	0.12	0.01	0.11	0.01
2	Daya serap air	0.9	0.16	1.0	0.16	0.94	0.15	0.89	0.14	0.76	0.12	0.66	0.11	0.59	0.09
3	Ketebalan	0.7	0.13	1.0	0.13	0.96	0.12	0.88	0.11	0.61	0.08	0.55	0.07	0.52	0.06
4	Kuat tarik	1	0.18	0.2	0.03	0.08	0.01	0.00	0.00	0.55	0.10	0.47	0.08	0.35	0.06
5	elongasi	1	0.18	0.8	0.14	0.91	0.16	1.00	0.18	0.50	0.09	0.57	0.10	0.70	0.13
6	Modulus young	0.8	0.14	0.0	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.02	0.09	0.01	0.05	0.01
7	Biodegradasi	0.7	0.13	0.8	0.10	0.91	0.11	1.00	0.12	0.00	0.00	0.16	0.02	0.25	0.03
		5.60	1		0.65		0.65		0.64		0.42		0.40		0.39

A2G1		A2G2		A2G3		A3G1		A3G2		AG3G3	
NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH
0.08	0.01	0.06	0.01	0.05	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.0	0.0
0.46	0.07	0.38	0.06	0.26	0.04	0.11	0.02	0.03	0.01	0.0	0.00
0.47	0.06	0.38	0.05	0.35	0.04	0.02	0.00	-0.15	-0.02	-0.2	-0.02
0.71	0.13	0.68	0.12	0.58	0.10	1.00	0.18	0.91	0.16	0.9	0.15
0.22	0.04	0.25	0.05	0.39	0.07	0.00	0.00	0.02	0.00	0.1	0.03
0.28	0.04	0.25	0.04	0.15	0.02	1.00	0.14	0.82	0.12	0.4	0.06
0.30	0.04	0.34	0.04	0.41	0.05	0.41	0.05	0.54	0.07	0.6	0.08
	0.38		0.36		0.34		0.40		0.34		0.30

Lampiran E. Kegiatan Penelitian



Gambar E.1 Limbah ampas tebu



Gambar E.2 Pengeringan ampas tebu



Gambar E.3 Pengecilan ukuran ampas tebu



Gambar E.4 Pengayakan dengan ukuran 80 mesh



Gambar E.5 Tepung ampas tebu



Gambar E.6 Pati singkong merk Pak TANI gunung



Gambar E.7 Penimbangan pati singkong



Gambar E.8 Homogenasi adonan



Gambar E.9 Adonan bahan



Gambar E.10 Pengovenan adonan



Gambar E.11 Loyang ukuran 22



Gambar E.12 Uji tingkat kecerahan warna



Gambar E.13 Kadar air ampas tebu



A0G1

A0G2

A0G3



A1G1

A1G2

A1G3



A2G1

A2G2

A2G3



A3G1

A3G2

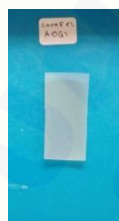
A3G3



Gambar E.14 Uji daya serap air



Gambar E.15 Penimbangan Uji daya serap air



A0G1



A0G2



A0G3



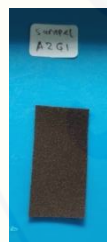
A1G1



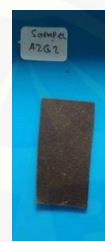
A1G2



A1G3



A2G1



A2G2



A2G3



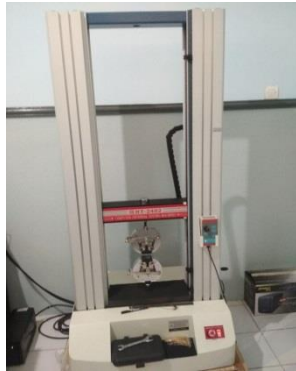
A3G1



A3G2



A3G3



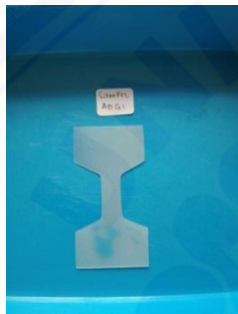
Gambar E.16 Alat Universal testing machine



Gambar. E17 Uji kuat tarik



Gambar E.18 Uji ketebalan



A0G1



A0G2



A0G3



A1G1



A1G2



A1G3



A2G1



A2G2



A2G3



A3G1



A3G2



A3G3



Gambar E.19 Uji biodegradasi



Gambar E.20 Penguburan di dalam tanah



Gambar E. 21 Pengovenan sampel uji biodegradasi



Gambar E.22 Penimbangan sebelum dan sesudah uji biodegradasi



A0G1



A0G2



A0G3



A1G1



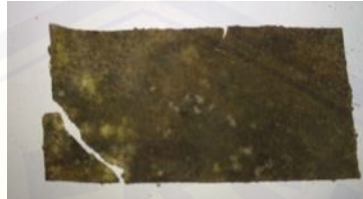
A1G2



A1G3



A2G1



A2G2



A2G3



A3G1



A3G2



A3G3

