



**SENDOK *BIODEGRADABLE* BERBAHAN DASAR GLISEROL DAN
PATI SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN AMPAS TEBU**

SKRIPSI

Oleh

**Ade Liya Pratiwi
NIM 161710301072**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**SENDOK *BIODEGRADABLE* BERBAHAN DASAR GLISEROL DAN
PATI SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN AMPAS TEBU**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ade Liya Pratiwi
NIM 161710301072

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

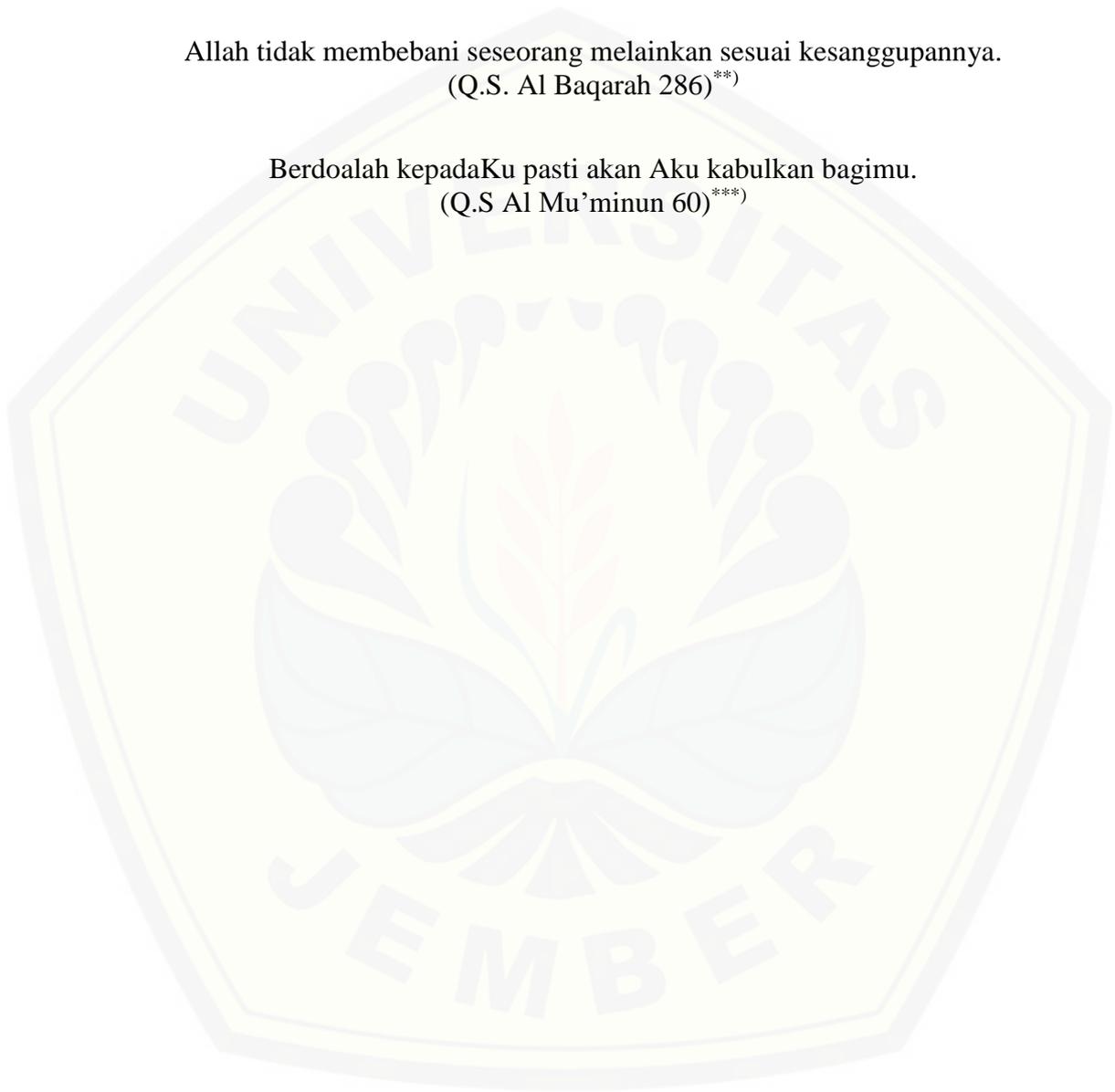
1. Kedua orang tua sebagai tanda bukti rasa terima kasih dan hormat atas kasih sayang yang melimpah dan dukungan dalam segala hal.
2. Kedua adikku, Vio dan Dhafita atas semangat dan bantuan dalam penyelesaian skripsi.
3. Guru dan dosen yang selalu memberi bimbingan agar skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Almamater kebanggaan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Jika kalian bersyukur maka akan aku tambahkan nikmatku untuk kalian.
(Q.S Ibrahim 7)^{*)}

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.
(Q.S. Al Baqarah 286)^{**)}

Berdoalah kepadaKu pasti akan Aku kabulkan bagimu.
(Q.S Al Mu'minun 60)^{***)}



*)***) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Alquran Terjemahan*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Liya Pratiwi

NIM : 161710301072

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “ Sendok *Biodegradable* Berbahan Dasar Gliserol Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Ampas Tebu” 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 ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Agustus 2020

Yang menyatakan,

Ade Liya Pratiwi

NIM 161710301072

SKRIPSI

**SENDOK BIODEGRADABLE BERBAHAN DASAR GLISEROL DAN
PATI SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN AMPAS TEBU**

Oleh

Ade Liya Pratiwi
NIM 161710301072

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Andrew Setiawan R., S.TP., M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Winda Amilia, S.TP., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sendok *Biodegradable* Berbahan Dasar Gliserol Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Ampas Tebu” karya Ade Liya Pratiwi telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 4 Agustus 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Winda Amilia, S.TP., M.Sc.
NIP 198303242008012007

Tim Penguji:

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Anggota,

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.
NIP 196411091989021002

Andi Eko Wiyono, S.TP., M.P.
NIP 198512012019031007

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

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

NIP 196809231994031009

RINGKASAN

Sendok *Biodegradable* Berbahan Dasar Gliserol Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Ampas Tebu; Ade Liya Pratiwi, 161710301072; 2020: 41 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Jember.

Limbah plastik merupakan salah satu isu lingkungan yang sudah banyak di bicarakan. Limbah plastik yang dibuang ke lingkungan mengganggu ekosistem baik pencemaran lingkungan maupun dampak langsung terhadap kelangsungan hidup hewan dan tumbuhan. Fenomena ini memiliki dampak yang cukup serius terhadap lingkungan karena plastik memiliki kemampuan degradasi yang rendah. Maka, dibutuhkan adanya alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama. Teknologi bioplastik adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan plastik konvensional. Bioplastik atau plastic *biodegradable* adalah plastik atau polimer yang secara alamiah dapat dengan mudah terdegradasi baik melalui serangan mikroorganisme maupun oleh cuaca (kelembaban dan radiasi sinar matahari). Penelitian ini mengaplikasikan plastik biodegradable ke dalam bentuk sendok dengan menggunakan pati singkong sebagai bahan utama dan gliserol sebagai plasticizer untuk meningkatkan elastisitas plastik biodegradable. Pada proses pengolahannya ditambahkan ampas tebu sebagai serat untuk memperkuat tekstur dari plastik biodegradable yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan ampas tebu memiliki kandungan selulosa sebesar 37,65%. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan ampas tebu terhadap karakteristik sendok biodegradable. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor. Tiap –tiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dan 2 kali pengamatan. Perhitungan dilakukan menggunakan uji ragam Anova dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range*. Parameter yang diamati antara lain dimensi sendok, kadar air, kelarutan dalam air dan biodegradasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ampas tebu berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, kelarutan dalam air serta biodegradabilitas sendok. Kadar air bahan berbanding terbalik dengan penambahan ampas tebu dengan nilai kadar air antara 3,78-2,16 %. Penambahan ampas tebu menyebabkan waktu kelarutan dalam air sendok *biodegradable* semakin meningkat dengan waktu tertinggi yaitu 79 jam 50 menit. Nilai biodegradabilitas sendok tertinggi pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dengan nilai kehilangan berat sebesar 52,92%, namun disisi lain meningkatnya ampas tebu yang ditambahkan nilai biodegradabilitasnya semakin meningkat.

SUMMARY

Biodegradable Spoon Made from Glycerol and Cassava Starch with Addition of Sugarcane Bagasse; Ade Liya Pratiwi, 161710301072; 2020: 41 pages; Program Study of Agricultural Industrial Technology, University of Jember.

Plastic waste is one of the many environmental issues that has been discussed. Plastic waste discharged into the environment disrupts the ecosystem, both environmental pollution and the direct impact on the survival of animals and plants. This phenomenon has a serious impact on the environment because plastics have a low degradation ability. So, it is necessary to have an alternative plastic material obtained from materials that are easily available in nature in large quantities and cheap but are able to produce products with the same strength. Bioplastic technology is an effort to get out of the problem of the use of conventional plastics. Bioplastic or biodegradable plastic is plastic or polymer which naturally can be easily degraded either by microorganism attack or by weather (humidity and sun radiation). This research applies biodegradable plastic into spoon form using cassava starch as the main ingredient and glycerol as plasticizer to increase the elasticity of biodegradable plastic. In the processing, sugarcane bagasse is added as a fiber to strengthen the texture of the biodegradable plastic produced. Because sugarcane bagasse has a cellulose content of 37.65%. The purpose of this study was to determine the effect of adding sugarcane bagasse to the characteristics of biodegradable spoons. This research was designed using a completely randomized design with 1 factor. Each treatment was repeated 3 times and 2 times observed. The calculation using ANOVA and continued with Duncan's Multiple Range test. The parameters observed were spoon dimensions, moisture content, water solubility and biodegradation.

The results showed that the addition of sugarcane bagasse had a significant effect on the value of moisture content, water solubility and biodegradability. The moisture content of the material is inversely proportional to the bagasse with a

water content value between 3.78-2.16%. Addition of bagasse causes the solubility time in biodegradable spoon water to increase with the highest time of 79 hours 50 minutes. The highest biodegradation value in the treatment of adding bagasse by 0% with a weight loss value of 52.92%, but on the other increasing bagasse added makes biodegradability value is increasing.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sendok *Biodegradable* Berbahan Dasar Gliserol Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Ampas Tebu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) 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. Kedua orang tua yaitu Bapak Rochim dan Ibu Wiwik Indrayani kedua adik yaitu Vio dan Dhafita dan kakek nenekku serta seluruh keluarga tercinta ku yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi dan doa dalam segala hal.
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 dengan baik dalam penyusunan skripsi.
5. Winda Amilia., S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
6. Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan , semangat dan motivasi selama masa perkuliahan.
7. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Penguji Utama dan Andi Eko Wiyono, S.TP., M.P selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan waktu dan pikiran dalam tahap akhir penyelesaian skripsi.
8. Whina Sofiana, Nindya Badzlina, Mega Rahmawati, Nazila Putri, Nina tauvika dan Abi Khasf Alghiffari yang telah memberikan masukan, motivasi serta membantu kelancaran proses penelitian.

9. Bustani Pakartiko dan Muhaimin sebagai mentor dalam diskusi penyelesaian skripsi.
10. Bapak Tasor dan Bapak Dwi selaku PLP dan Administrasi Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
11. Teman – teman seperjuangan angkatan 16 pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian yang memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi.
12. Teman – teman KKN 153 Gelombang 2 tahun akademik 2018-2019 Desa Pasir Putih yang telah memberikan motivasi dan hiburan dalam proses penyelesaian skripsi.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi baik 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,
Penulis

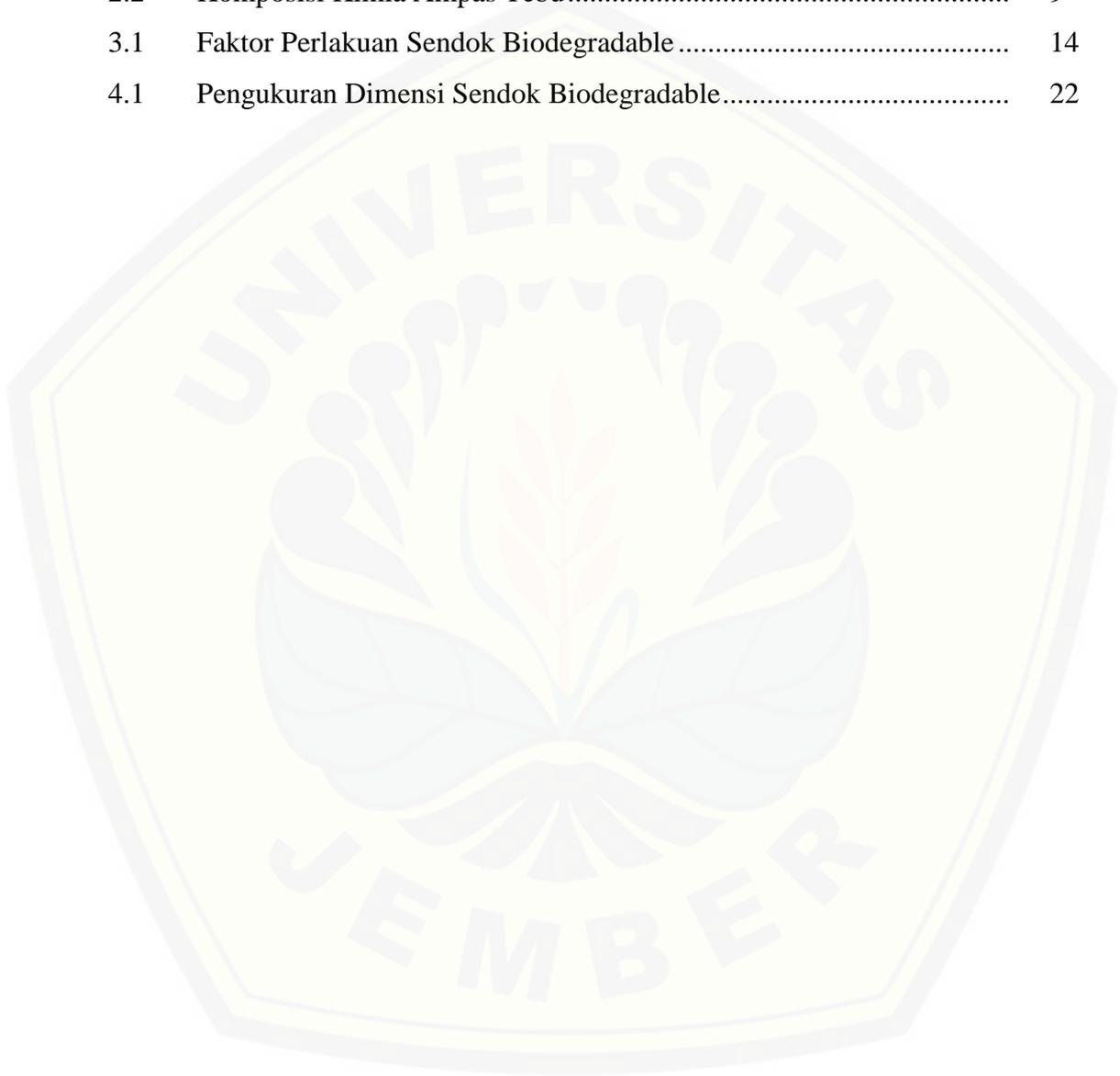
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Plastik Biodegradable	4
2.2 Pati	5
2.3 Gliserol	7
2.4 Selulosa	8
2.5 Proses Pembuatan Sendok Biodegradable	9
2.6 Produk Plastik Biodegradable	10
2.7 Uji Kadar Air	10
2.8 Uji Kelarutan Dalam Air	11
2.9 Uji Biodegradabilitas	11
2.9.1 Soil Burial Test	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.2.1 Bahan Penelitian	13
3.2.2 Alat Penelitian.....	13
3.3 Pelaksanaan Penelitian	13
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	13

3.3.2 Prosedur Penelitian	14
3.4 Parameter Pengamatan	16
3.5 Prosedur Analisis	16
3.5.1 Analisis Dimensi.....	16
3.5.2 Analisis Kadar Air	17
3.5.3 Analisis Kelarutan dalam Air	18
3.5.4 Analisis Biodegradabilitas	18
3.6 Analisis Data	19
BAB 4. PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Dimensi	20
4.2 Kadar Air.....	22
4.3 Kelarutan Dalam Air	23
4.4 Biodegradasi	25
BAB 5. PENUTUP.....	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik Komponen Amilosa Dan Amilopektin.....	6
2.2 Komposisi Kimia Ampas Tebu.....	9
3.1 Faktor Perlakuan Sendok Biodegradable.....	14
4.1 Pengukuran Dimensi Sendok Biodegradable.....	22

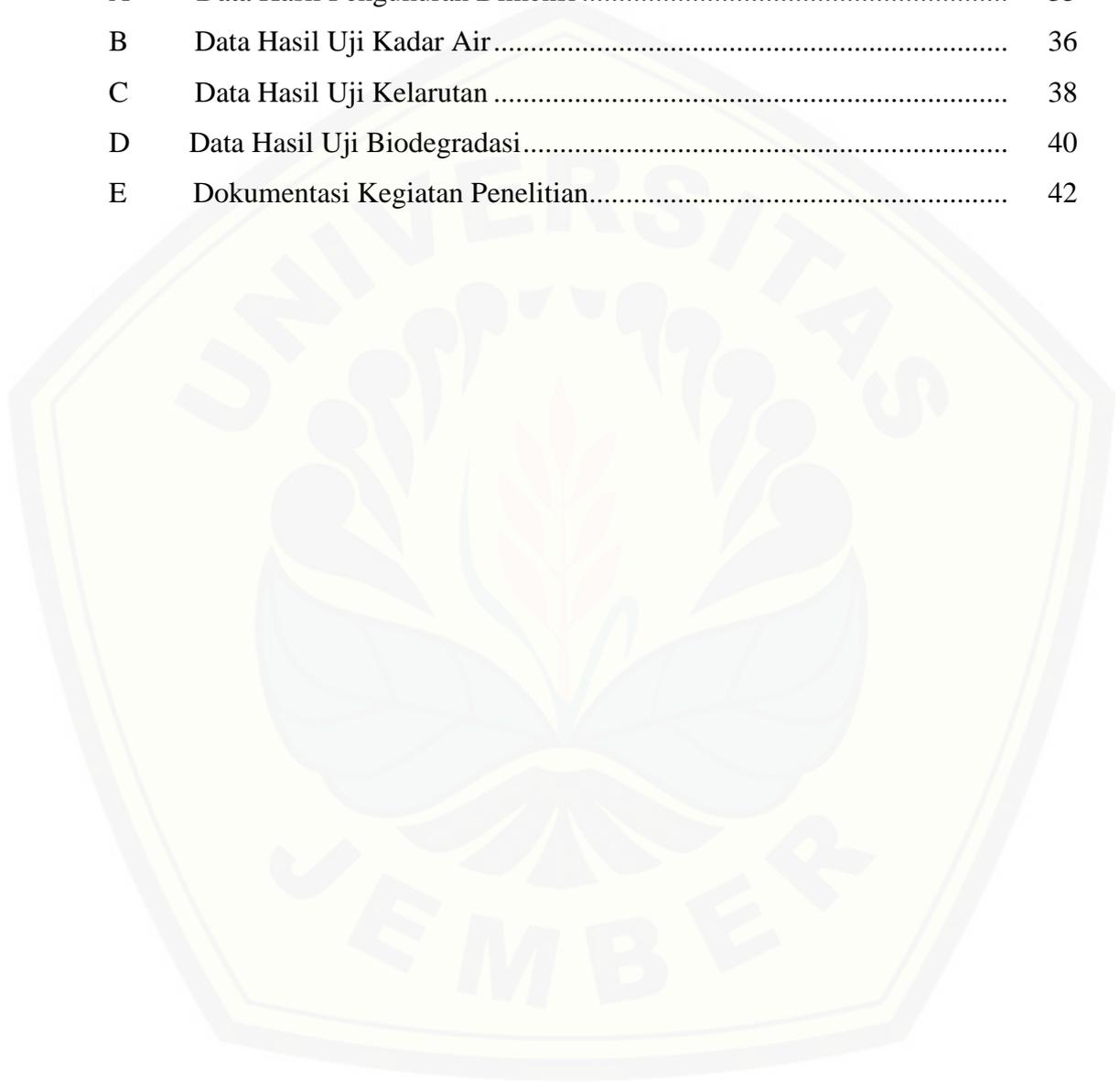


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rumus Bangun Amilosa Dan Amilopektin	6
2.2 Rumus Molekul Gliserol	7
3.1 Skema Pembuatan Tepung Ampas Tebu	14
3.2 Skema Pembuatan Sendok Biodegradable.....	15
3.3 Skema Pengukuran Dimensi Sendok Biodegradable.....	17
4.2 Nilai Kadar Air Sendok Biodegradable	23
4.3 Nilai Uji Kelarutan Sendok Biodegradable.....	24
4.4 Ikatan Hidrogen Intra Dan Antar Selulosa.....	25
4.5 Nilai Uji Biodegradasi Sendok Biodegradable	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Data Hasil Pengukuran Dimensi	35
B Data Hasil Uji Kadar Air	36
C Data Hasil Uji Kelarutan	38
D Data Hasil Uji Biodegradasi.....	40
E Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	42



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu benda yang tidak dapat dipisahkan dari manusia. Sebagian besar peralatan dan perabotan penunjang aktifitas manusia terbuat dari plastik. Hal ini dikarenakan plastik relatif kuat, ringan, dan mempunyai harga yang murah. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/ tahun dimana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut yang didominasi oleh kemasan yang bersifat sekali pakai. Kemasan plastik pada produk makanan merupakan kemasan sekali pakai sehingga menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Sendok plastik adalah salah satu pelengkap kemasan pada produk makanan, terutama makanan instan. Penggunaannya yang secara *massive* (besar) menjadikan limbah sendok plastik sekali pakai turut menyumbang jumlah limbah plastik yang dibuang ke lingkungan. Umumnya plastik terbuat dari *polyethylene* dan *polypropylen* yang sulit terurai oleh mikroorganisme di lingkungan (Gonzales, 2010). Fenomena ini memiliki dampak yang cukup serius terhadap lingkungan karena plastik memiliki kemampuan degradasi yang rendah. Maka, dibutuhkan adanya alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama (Martaningtyas, 2004).

Teknologi bioplastik adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik konvensional yang dapat mencemari lingkungan. Bioplastik adalah plastik atau polimer yang secara alamiah dapat dengan mudah terdegradasi baik melalui serangan mikroorganisme maupun oleh cuaca (kelembaban dan radiasi sinar matahari) (Aripin *et al.*, 2017). Penelitian tentang bioplastik sudah mulai marak dilakukan dan terus dikembangkan guna mendapat hasil plastik yang sesuai. Bahan yang dapat dijadikan bioplastik antara lain seperti pati, selulosa dan mikroorganisme lainnya.

Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Stevens, 2002).

Pati singkong dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Kandungan pati singkong cukup tinggi yaitu sekitar 85% (Bastian, 2011). Kelebihan bahan dasar pati singkong dalam pembuatan plastik *biodegradable* yaitu mudah didapat dan harganya murah. Karakteristik plastik yang dihasilkan dari pati yaitu kurang elastis dan bersifat hidrofilik sehingga kurang tahan terhadap air. Oleh karena itu perlu diberikan tambahan bahan pemlastis untuk mendapatkan plastik yang sesuai dan meningkatkan sifat mekaniknya. Gliserol digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan bioplastik. Gliserol adalah salah satu pemlastis pati yang menghasilkan plastik *biodegradable* homogen dan elastis (Hasanah, 2012).

Ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan tambahan pembuatan sendok *biodegradable*. Selulosa dalam ampas tebu diharapkan dapat memperbaiki struktur dan kekuatan plastik *biodegradable*. Kandungan selulosa dalam ampas tebu sebesar 37,65%, sehingga ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan tambahan pembuatan plastik *biodegradable* yang ideal. Penelitian ini bermaksud untuk meningkatkan nilai guna ampas tebu dengan dijadikan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan sendok plastik *biodegradable* diharapkan dapat mendukung program pemerintah dalam hal menjaga kelestarian lingkungan dengan menggunakan plastik yang ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Plastik sintetis menyebabkan pencemaran pada lingkungan karena kemampuannya untuk terurai rendah. Limbah plastik pencemar didominasi oleh plastik sekali pakai, salah satunya yaitu sendok plastik. Upaya yang dilakukan untuk menangani masalah tersebut yaitu dengan dibuatnya plastik *biodegradable* (plastik ramah lingkungan). Pembuatan sendok plastik *biodegradable* diharapkan dapat menjadi alternatif penyelesaian masalah limbah plastik sekali pakai. Pada penelitian ini, bahan utama yang digunakan dalam pembuatan plastik

biodegradable yaitu pati singkong dan gliserol sebagai *plasticizer*. Karakteristik plastik yang dihasilkan dari kombinasi bahan tersebut bersifat hidrofilik sehingga kurang tahan terhadap air. Oleh karena itu perlu adanya bahan yang ditambahkan untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Salah satu bahan yang potensial dalam memperbaiki sifat mekanik sendok *biodegradable* yaitu ampas tebu. Ampas tebu merupakan produk samping atau limbah hasil olahan tebu. Kandungan selulosa pada ampas tebu diharapkan dapat memperbaiki kekuatan dan ketahanan dari sendok *biodegradable*. Berdasarkan analisa masalah tersebut, perlu diketahui bagaimana pengaruh penambahan ampas tebu terhadap karakteristik sendok *biodegradable*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan ampas tebu terhadap karakteristik sendok *biodegradable*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti penggunaan sendok plastik konvensional dan mendukung pemerintah dalam pemeliharaan kelestarian lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik Biodegradable

Biodegradable dapat diartikan dari tiga kata yaitu *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* berarti dapat. Jadi, film plastik *biodegradable* adalah film plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Film plastik ini, biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Mahalik, 2009). Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan (Pranamuda, 2001). Plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Secara umum, kemasan *biodegradable* diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami.

Berdasarkan bahan baku yang digunakan, plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok pertama adalah penggunaan sumber daya yang tidak terbarui (*non-renewable resources*) sedangkan kelompok yang kedua adalah sumber daya alam yang terbarui (*renewable resources*) (Widyasari, 2010). Kelompok dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable* dan kelompok kedua dari semua bahan bakunya berasal dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) dari bahan tanaman pati dan selulosa serta hewan seperti cangkang atau mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk mengakumulasi plastik yang berasal dari sumber tertentu misalnya lumpur aktif dan limbah cair yang kaya akan bahan-bahan organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tersebut.

Pati dapat diperoleh dari tanaman sumber karbohidrat seperti sagu, jagung, ubi kayu, ubi jalar, dan umbi-umbian lainnya sedangkan selulosa dapat diperoleh dari limbah pertanian seperti jerami, tongkol jagung, dan pelepah nenas. PLA

(Polylactid Acid) merupakan hasil fermentasi bakteri asam laktat terhadap substrat yang mengandung gula. Berbagai jenis bahan baku tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Pulungan *et al.* (2015) PLA memiliki sifat mekanis yang bagus, sehingga potensial digunakan sebagai bahan baku bioplastik namun harganya mahal. Kelebihan selulosa antara lain mudah diperoleh, biasanya digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Menurut Lazuardi dan Cahyaningrum (2013) pati tanaman lebih mudah diperoleh dan jumlahnya cukup banyak serta mudah terurai.

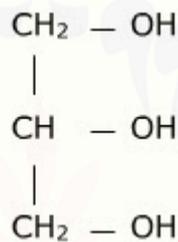
2.2 Pati

Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara (Setiarto, 2018). Secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati, karena hal itu digunakan untuk identifikasi. Pati singkong telah banyak dieksploitasi secara komersial dan masih merupakan sumber utama kebutuhan pati. Pati yang diperoleh dari ekstraksi umbi singkong ini akan memberikan warna putih jika diekstraksi secara benar. Pati singkong memiliki granula dengan ukuran 5-35 μm dengan rata-rata ukurannya di atas 17 μm (Samsuri, 2008).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa. Amilosa merupakan bagian terdepan dari rantai amilum, bersifat sukar larut dalam air yang dipanaskan dan dapat membentuk endapan dalam air. Amilosa membentuk rantai lurus, yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodin dan amilosa membentuk warna biru (Pudjihastuti, 2010).

2.3 Gliserol

Gliserol adalah alkohol terhidrik. Nama lain gliserol adalah gliserin atau 1,2,3-propanetriol dengan rumus kimia $C_3H_8O_3$. Sifat fisik gliserol tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya liquid sirup, meleleh pada suhu $17,8^\circ C$, mendidih pada suhu $290^\circ C$ dan larut dalam air dan etanol. Gliserol bersifat higroskopis, seperti menyerap air dari udara, sifat ini yang membuat gliserol digunakan pelembab pada kosmetik. Gliserol terdapat dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak nabati dan minyak. Gliserol termasuk jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, menambah sifat polar dan mudah larut dalam air (Huri *et al*, 2014).



Gambar 2.2 Rumus molekul gliserol

(Sumber: Chang, 2004)

Gliserol terdapat dalam bentuk campuran lemak hewan atau minyak tumbuhan. Gliserol jarang ditemukan dalam bentuk lemak bebas. Tetapi biasanya terdapat sebagai trigliserida yang tercampur dengan bermacam-macam asam lemak, misalnya asam stearat, asam palmitat, asam laurat serta sebagian lemak. Beberapa minyak dari kelapa, kelapa sawit, kapok, lobak dan zaitun menghasilkan gliserol dalam jumlah yang lebih besar dari pada beberapa lemak hewan tallow maupun lard. Gliserol juga terdapat secara ilmiah sebagai trigliserida pada semua jenis hewan dan tumbuhan dalam bentuk lipida sebagai lecitin dan chepalins (Mirzayanti, 2013).

Pemanfaatan gliserol sebagai *plasticizer* telah banyak digunakan oleh para peneliti. Menurut Coniwanti *et al.* (2014) penambahan gliserol pada *edible film* sangat berpengaruh terhadap bahan baku yang digunakan seperti pati. Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang berfungsi mengurangi kerapuhan pada

plastik *biodegradable*. Penggunaannya dapat meningkatkan plastis plastik *biodegradable*, menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimer sehingga film akan lentur dan plastis. Gliserol adalah *plasticizer* yang dapat larut dalam air, memiliki titik didih tinggi, polar, non volatil, dan dapat bercampur dengan protein (Manab *et al.*, 2017). Gliserol merupakan molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan dengan gugus reaktif protein (Galiotta *et al.*, 1998). Sifat sifat tersebut yang membuat gliserol dapat dijadikan plasticizer.

2.4 Selulosa

Selulosa tersusun dari unit-unit anhidroglukopiranososa yang tersambung dengan ikatan β -1,4-glikosidik membentuk suatu rantai makromolekul tidak bercabang. Setiap unit anhidroglukopiranososa memiliki tiga gugus hidroksil, seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Selulosa mempunyai rumus empirik $(C_6H_{10}O_5)_n$ dengan $n \sim 1500$ dan berat molekul ~ 243.000 (Rowe *et al.*, 2009).

Unit penyusun selulosa adalah selobiosa karena unit keterulangan dalam molekul selulosa adalah dua unit gula (D-glukosa). Polimer rantai panjang selulosa terikat bersama oleh ikatan hidrogen dan ikatan *van der Waals*, yang mana menyebabkan selulosa terpaket dalam mikrofibril. Mikrofibril selulosa memiliki bagian kristalin yang besar ($2/3$ dari total selulosa) dan bagian terkecil yang tak berbentuk (*amorphous*). Semakin kristalin selulosa, akan semakin susah selulosa tersebut untuk terlarut dan terdegradasi (Mussatto *et al.*, 2010).

Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagase mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Husin *et al.*, 2007). Ampas tebu merupakan limbah pertama yang dihasilkan dari proses pengolahan industri gula tebu, volumenya mencapai 35-40% dari tebu giling. Ampas terdiri dari air, serat, dan padatan terlarut dalam jumlah relatif kecil. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari

unsur C (karbon) 47%, H (hidrogen) 6,5%, O (oksigen) 44% dan abu (*Ash*) 2,5%. Menurut rumus Pritzelitz (Hugot, 1986) bahwa tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal/kg. Komposisi kimia ampas tebu disajikan dalam tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO ₂	3,01

(Sumber: Husin, 2007)

2.5 Proses Pembuatan Sendok Biodegradable

Pembuatan bioplastik menggunakan metode pembuatan film plastik biodegradable yaitu *melt intercalation* yaitu teknik inversi fasa dengan penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat kaca. Metode ini didasarkan pada prinsip termodinamika larutan. Kondisi awal larutan stabil kemudian mengalami ketidakstabilan pada proses perubahan fase (*demixing*) dari air menjadi padat. Proses pematangannya (*solidifikasi*) diawali transisi fase cair satu ke fase dua cairan (*liquid-liquid demixing*) sehingga pada tahap tertentu fase (polimer konsentrasi tinggi) akan membentuk padatan (Aripin *et al.*, 2017). Proses pemanasan pada pembuatan plastik biodegradable bertujuan untuk mendapatkan gelatinisasi pati. Gelatinisasi terjadi ketika pati alami dipanaskan dengan kandungan air yang mencukupi. Selanjutnya, granula pati akan menyerap air kemudian mengembang, dan struktur kristalinnya terganggu (Copeland *et al.*, 2009). Campuran harus selalu dijaga suhu gelatinisasinya agar tidak terjadi pecah granula pati (Nafiyanto, 2019). Penambahan plasticizer pada pembuatan plastik biodegradable berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik film plastik. *Plasticizer* mencegah retak film selama penanganan dan penyimpanan (Vieira *et al.*, 2011). Oleh karena itu, untuk setiap polimer, jenis dan konsentrasi optimum

plasticizer harus ditentukan untuk keberhasilan penggunaannya dalam berbagai kondisi (Afifah et al., 2018).

2.6 Produk Plastik Biodegradable

Plastik *biodegradable* merupakan terobosan terbaru dibidang teknologi pengolahan. Kemampuan terurai yang lebih cepat dan berbahan dasar sumber daya yang dapat diperbarui menjadi kelebihan tersendiri pada produk ini. Plastik *biodegradable* menjadi alternatif dan mensubstitusi penggunaan plastik konvensional. Inovasi ini selaras dengan berubahnya gaya hidup manusia yang semakin sadar akan kesehatan diri dan lingkungan. Kebutuhan akan plastik yang semakin meningkat menjadikan produk plastik ramah lingkungan potensial untuk dikembangkan (Kamsiati et al., 2017).

Beberapa industri di Indonesia telah memproduksi plastik *biodegradable* dengan bahan baku berbasis pati singkong (tapioka). Enviplast merupakan industri yang memproduksi kantung plastik, apron, dan sarung tangan. Avani Eco memproduksi kantung plastik dan jas hujan dari pati ubi kayu. Namun produk dari kedua perusahaan tersebut lebih banyak diekspor. Hal ini disebabkan harga dari plastik *biodegradable* lebih mahal dibandingkan dengan plastik konvensional (SWA, 2014). Oleh karena itu diperlukan pengkajian kelayakan ekonomi dan sosial termasuk kebijakan penggunaan plastik *biodegradable* untuk mempercepat pengembangan industri bioplastik (Kamsiati et al., 2017).

2.7 Uji Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam satuan persen. Kadar air adalah perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Penentuan kadar air berguna untuk mengetahui ketahanan suatu bahan dalam penyimpanannya dan merupakan cara penanganan yang baik bagi suatu bahan untuk menghindari pengaruh aktifitas mikroba. Jumlah kadar air yang rendah membuat bahan akan lebih tahan disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama (Malangi, 2012). Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat

basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen (Ahmad, 2014).

Penetapan kandungan air dilakukan dengan beberapa metode. Hal ini tergantung pada sifat bahannya. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105 – 110 °C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Perbedaan antara berat sebelum dan sesudah dipanaskan adalah kadar air (Astuti, 2007).

2.8 Uji Kelarutan Dalam Air

Pengujian kelarutan bertujuan untuk mengetahui kestabilan bioplastik dalam air. Pengujian ini dilakukan dengan merendam sampel bioplastik kedalam air hingga sampel larut sempurna. Kelarutan dalam air beracuan pada lama waktu sampel dapat terlarut sempurna sehingga sampel hancur dan menghasilkan endapan. Kemampuan bioplastik dalam mempertahankan strukturnya bergantung pada komposisi yang digunakan. Jika bioplastik memiliki struktur yang rapat akan menyebabkan sulit atau sedikitnya molekul air yang akan masuk kedalam bioplastik tersebut (Darni, 2017).

2.9 Uji Biodegradabilitas

Biodegradasi merupakan suatu proses untuk merehabilitasi lingkungan yang telah tercemar oleh bahan kimia yang membahayakan dengan menggunakan mikroba menjadi bentuk yang lebih sederhana. Fadlilah et al (2014) menjelaskan biodegradasi adalah proses mikroorganisme mampu mendegradasi atau memecah senyawa polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam seperti lignin dan selulosa, sedangkan polimer sintetik seperti polietilen dan polistiren. Biodegradasi merupakan proses alami oleh mikroba yang mengkonsumsi hidrokarbon dan menghasilkan air dan karbondioksida. Dalam proses biodegradasi terjadi konversi yang lengkap dari bahan-bahan kimia yang kompleks menjadi produk yang tereliminasi seperti air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂) (Sumarsono, 2011). Mekanisme biodegradasi diawali dengan degradasi secara biotik yaitu

fotodegradasi yang mengubah gugus rantai utama dengan adanya gugus karbonil (C=O), sehingga terjadi oksidasi karbon pada rantai polimer polietilen (Leja *et al.*, 2009).

2.5.1 Soil Burial Test

Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah sebagai pembantu proses degradasi (Subowo *et al.*, 2003). Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati perminggu terdegradasi secara sempurna. Proses degradasi secara alamiah dipengaruhi oleh penempatan sampel, sinar matahari, kelembapan, atau peran mikroorganisme itu sendiri. Kerusakan yang tidak beraturan ini menunjukkan bahwa mikroorganisme tanah juga mempengaruhi pada degradasi sampel bioplastik yang dihasilkan (Fibriyani *et al.*, 2017).

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. Waktu penelitian dimulai pada bulan Januari 2020 - April 2020.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah ampas tebu (Pedagang es tebu kaki lima sepanjang Jalan Jawa Kecamatan Sumbersari Jember), pati singkong (merk 88), gliserol, aquades, tanah kompos, *blue silica gel*.

3.2.2 Alat Penelitian

Berikut alat yang digunakan pada penelitian antara lain *hot plate magnetic stirrer* (Medline Scientific, UK) , oven (Daihan Labtech Model LDO-080N, Korea), blender (National, Jepang), ayakan 80 mesh, stopwatch (Vivo 1714, Tiongkok), *thickness gauge* (Mitutoyo, Jepang), jangka sorong, sendok plastik, timbangan digital (SF-400C Mettler Toledo, Ohio Amerika Serikat), alat-alat gelas (Herma), plastic cup 16 oz, ember plastik, pisau, toples, penggaris, spatula, desikator, loyang.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Pengamatan yang dilakukan meliputi dimensi sendok, kadar air, kelarutan dalam air, dan uji biodegradabilitas. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan 2 kali pengamatan. Faktor perlakuannya yaitu penambahan ampas tebu (A) terdiri dari 4 taraf yaitu 0% (A0), 5% (A1), 10% (A2) dan 15% (A3) dari berat pati singkong. Faktor perlakuan disajikan dalam bentuk tabel seperti berikut:

Tabel 3.1 Faktor Perlakuan Sendok Biodegradable

Penambahan ampas tebu	Konsentrasi			
	0%	5%	10%	15%
A	A0	A1	A2	A3

3.3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 tahapan yaitu pembuatan tepung ampas serat tebu dan pembuatan sendok plastik *biodegradable*.

a. Pembuatan tepung ampas tebu

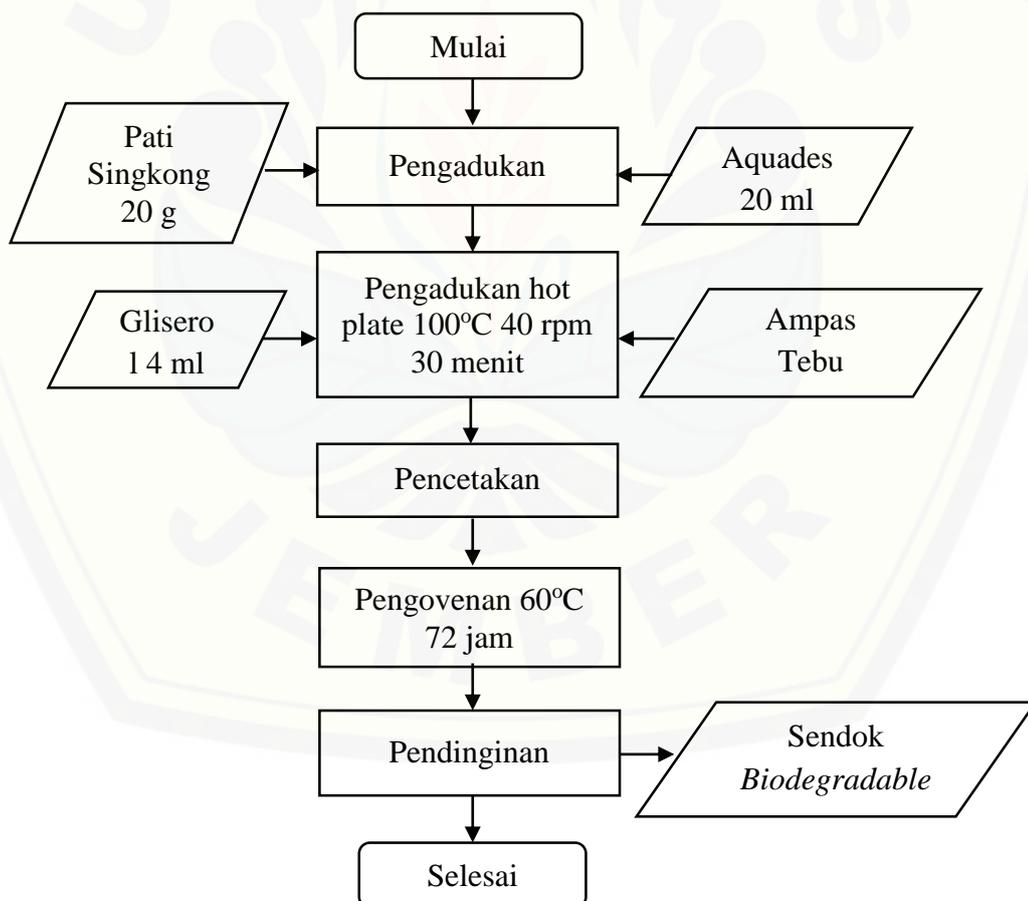
Ampas tebu dipotong-potong ± 1 cm, lalu dilakukan proses pencucian dengan air sampai bersih dan dibilas dengan air suling. Proses pengeringan dengan oven pada suhu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 72 jam. Lalu penghalusan ampas tebu dengan blender sedikit demi sedikit sampai halus seluruhnya. Terakhir pengayakan tepung ampas dengan ayakan ukuran 60 mesh agar di dapatkan hasil tepung dengan ukuran seragam dan halus. Diagram alir pembuatan tepung ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Skema pembuatan tepung ampas tebu

b. Pembuatan sendok plastik *biodegradable*

Pembuatan sendok *biodegradable* dimulai dengan penimbangan pati singkong sebesar 20 g menggunakan neraca digital dan penambahan aquades sebanyak 20 ml. Kedua bahan diaduk secara manual hingga homogen. Penambahan gliserol sebesar 4 ml dan tepung ampas tebu berdasarkan perlakuan nya yaitu 0 g, 1 g, 2 g dan 3 g sambil dilakukan pengadukan pada *hotplate magnetic stirrer* dengan suhu 100°C sebesar 40 rpm selama 30 menit. Adonan yang sudah kalis dicetak menggunakan cetakan sendok plastik untuk menghasilkan bentuk sendok yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 72 jam. Sendok yang sudah jadi diletakkan pada desikator untuk proses pendinginan selama 24 jam. Diagram alir pembuatan sendok *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Skema pembuatan sendok biodegradable (Sumber: Pakartiko dengan modifikasi, 2019)

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain:

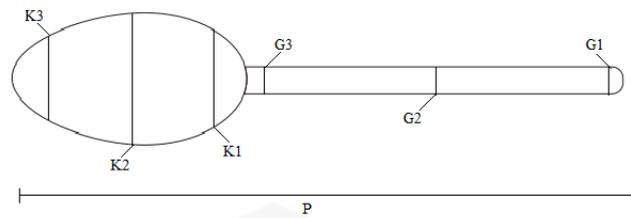
1. Analisis Dimensi
2. Analisis Kadar Air (AOAC 2012)
3. Analisis Kelarutan Dalam Air (Darni dkk. dengan modifikasi, 2014)
4. Analisis Biodegradasi (Sumartono dkk. Dengan modifikasi, 2015)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Analisis Dimensi

Pengukuran dimensi pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur panjang total sendok, lebar gagang sendok dan lebar kepala sendok, berat sendok serta ketebalan sendok. Masing-masing sampel dilakukan 3 kali ulangan dan 2 kali pengamatan pengukuran. Data hasil pengukuran sendok biodegradable akan dibandingkan dengan data pengukuran sendok plastik cetakan sebagai acuan.

Pengukuran panjang dan lebar sendok dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dengan nilai skala terkecil yaitu 0,1 mm. Mekanisme pengukuran menggunakan jangka sorong yaitu sendok yang akan diukur dijepit diantara rahang yang ada pada jangka sorong. Panjang objek dapat ditentukan secara langsung dengan membaca skala utama sampai sepersepuluh cm (0,1 cm) kemudian menambahkan dengan hasil pembacaan pada skala nonius sampai seperseribu cm (0,001 cm). Panjang sendok diukur mulai dari ujung gagang hingga ujung kepala sendok (P). Sedangkan pada pengukuran lebar sendok dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian gagang dan bagian kepala sendok. Pada bagian gagang sendok diambil 3 titik berbeda G1, G2 dan G3. Ketiga titik tersebut dilakukan pengukuran dan diambil rata-rata nya sehingga didapatkan lebar gagang total (G_{total}). Pada bagian kepala sendok juga diambil 3 titik berbeda yaitu K1, K2 dan K3. Dari ketiga titik tersebut tidak diambil rata-rata nya karena ukuran dan bentuknya jelas berbeda. Skema pengukuran sendok *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema pengukuran dimensi sendok *biodegradable*

Keterangan:

P: Panjang sendok

K1: Pangkal kepala sendok

K2: Tengah kepala sendok

K3: Ujung kepala sendok

G1: Ujung gagang sendok

G2: Tengah gagang sendok

G3: Pangkal kepala sendok

Pengukuran ketebalan sendok dilakukan dengan menggunakan *thickness gauge* dengan ketelitian 0,001 mm. Hampir sama dengan teknis pengukuran lebar sendok, pengukuran ketebalan sendok juga diambil beberapa titik pengukuran yaitu G1, G2, G3, K1, K2 dan K3. Prinsip kerja pengukuran ketebalan menggunakan *thickness gauge* yaitu sampel di letakkan pada pengapit lalu hasil pengukuran dapat segera terlihat pada indicator secara langsung. Pengukuran berat sendok *biodegradable* dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian sebesar 0,01 g. Masing-masing sampel ditimbang beratnya dan dicatat hasil pengukurannya.

3.5.2 Analisis Kadar Air

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode oven berdasarkan AOAC 2012 dengan sedikit modifikasi. Masing-masing sampel ditimbang pada neraca digital untuk mengetahui berat awal sampel (W). Letakkan sampel pada loyang, kemudian panaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 4 jam. Kemudian masukkan ke dalam desikator selama 15 menit untuk menurunkan suhunya. Timbang sampel setelah pengeringan menggunakan neraca digital untuk mengetahui berat akhir sampel (W1). Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan. Kadar air diperoleh dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w - w_1}{w} \times 100\%$$

Keterangan:

W = berat awal bahan (g)

W1 = berat akhir bahan setelah pemanasan (g)

3.5.3 Analisis Kelarutan dalam Air

Kelarutan dalam air digunakan untuk memprediksi kestabilan sendok *biodegradable* terhadap pengaruh air. Pengujian ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan Darni dkk (2014) dengan modifikasi perlakuan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel uji kemudian dimasukkan ke dalam *plastic cup* 16 oz yang berisi air sebanyak 250 ml. Air yang digunakan yaitu air dengan suhu ruang. Pastikan sendok telah terendam air seluruhnya. Lakukan pengadukan secara berkala yaitu tiap 6 jam. Selanjutnya hitung waktu kelarutannya di dalam air. Pengukuran waktu dihentikan ketika sendok sudah larut sempurna dalam air dan terbentuk endapan.

3.5.4 Analisis Biodegradabilitas

Pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan metode *soil burial test* yaitu mengubur sampel bioplastik dalam tanah. Tanah yang digunakan yaitu campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Penambahan kompos berguna untuk mempercepat terurainya sampel sendok *biodegradable*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memendam sampel sendok *biodegradable* dalam wadah *plastic cup* 16 oz yang berisi tanah. Waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis kemampuan biodegradasi yakni selama 21 hari. Hasil pengamatan berupa massa sampel bioplastik sebelum dan sesudah mengalami degradasi. Perhitungan persen kehilangan massa dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Persentase kehilangan massa} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\%$$

Keterangan:

W_i = Massa sampel sebelum biodegradasi (g)

W_f = Massa sampel setelah biodegradasi (g)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini selanjutnya akan dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2013 dan SPSS versi 16 menggunakan metode sidik ragam (ANOVA) guna mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap karakteristik sendok plastik *biodegradable* pada tingkat $\alpha=0,05$. Apabila ada perbedaan yang nyata maka akan dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5%.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penambahan ampas tebu berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, kelarutan serta biodegradabilitas sendok. Kadar air bahan berbanding terbalik dengan penambahan ampas tebu dengan nilai kadar air antara 3,78-2,16 %. Penambahan ampas tebu menyebabkan waktu kelarutan dalam air sendok *biodegradable* semakin meningkat dengan waktu tertinggi yaitu 79 jam 50 menit. Nilai biodegradabilitas sendok tertinggi pada perlakuan penambahan ampas tebu 0% dengan nilai kehilangan berat sebesar 52,92%, namun disisi lain meningkatnya ampas tebu yang ditambahkan nilai biodegradabilitasnya semakin meningkat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perlu adanya penambahan taraf konsentrasi ampas tebu pada uji biodegradasi agar hasil uji yang didapatkan lebih valid. Sendok *biodegradable* masih memerlukan perbaikan pada segi kekuatan sehingga perlu adanya penambahan bahan tertentu guna memperbaiki sifat mekaniknya. Kemudian dilakukan penelitian lanjutan tentang kekuatan sendok *biodegradable* serta lama penyimpanan. Uji tersebut dapat dijadikan bahan acuan uji kelayakan sendok *biodegradable* berbahan dasar pati singkong dan gliserol dengan penambahan ampas tebu untuk digunakan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., E. Sholichah, N. Indrianti, dan D.A. Darmajana. 2018. Pengaruh Kombinasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Karagenan Dan Lilin Lebah. *Biopropal Industri*. 9(1): 49-60.
- Ahmad, N. 2014. Kajian Terhadap Kadar Air Tepung Jagung Dan Tepung Karagenan Sebagai Bahan Baku Pudding Jagung. *Skripsi*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Aripin, S., B. Saing, dan E. Kustiyah. 2017. Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik *Biodegradable* Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode *Melt Intercalation*. *Jurnal Teknik Mesin*. 6(1): 79-84
- Arizal, V., Y. Darni, E. Azwar, L. Lismeri, dan H. Utami. 2017. Aplikasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Riset Industri Ke 3*. 25 September 2017. *Universitas Lampung*: 32-39.
- Association of Official Analytical Chemist. 2012. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington: Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Astuti. 2007. *Petunjuk Praktikum Analisis Bahan Biologi*. Yogyakarta: Jurdik Biologi FMIPA UNY
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*. November. Jakarta: BPS Republik Indonesia
- Bastian, F. 2011. *Teknologi Pati Dan Gula*. Hibah Penulisan Buku Ajar Bagi Tenaga Akademik. Makassar: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Behjat, T., A. Russly, C. Luqman, A. Yus, and A. Nor. 2009. Effect of PEG on The Biodegradability Studies of Kenaf Cellulose-Polyethylene Composites. *International Food Research Journal*. 16: 243-247.
- Boediono, M.P.A.D.R. 2012. Pemisahan Dan Pencirian Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati Jagung Dan Pati Kentang Pada Berbagai Suhu. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ilmu Kimia FMIPA IPB.
- Brooker, D.B., B. Arkema, F.W Hall. 1992. *Drying And Storage of Grains And Oil Seed*. 4th Ed. USA: van Nostrad.

- Chang, R. 2004. *Kimia Dasar Konsep Konsep Inti*. Jilid 1 Edisi 3. Jakarta: Erlangga.
- Coniwanti, P., L. Laila, dan M.R. Alfira. 2014. Pembuatan Film Plastik *Biodegradable* Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Journal Kimia*. 20(4): 22-30.
- Copeland, L., J. Blazek, H. Salman, dan M.C. Tang. 2009. Form and Functionality of Starch. *Food Hydrocolloids*. 23(6): 1527-1534.
- Darni, Y., T.M. Sitorus, dan M. Hanif. 2014. Produksi Bioplastik Dari Sorgum Dan Selulosa Secara Tesmoplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 10(2): 55-62.
- Fadlilah, F.R., dan S. Maya. 2014. Potensi Isolat Bakteri *Bacillus* Dalam Mendegradasi Plastik Dengan Metode Kolom Winogradsky. *Jurnal Teknik POMITS*. 3(2): 40-43.
- Faridah, A., S. Sumiyati, dan D.S. Handayani. 2014. Studi Perbandingan Pengaruh Penambahan Aktivator Agri Simba Dengan Mol Bonggol Pisang Terhadap Kandungan Unsur Hara Makro (CNPk) Kompos Dari Blotong (*Sugarcane Filter Cake*) Dengan Variasi Penambahan Kulit Kopi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 1-9.
- Fengel, D., dan G. Wegener. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi*. Yogyakarta: Gajahmada Press University.
- Fibriyani, D., F. Arinta, dan R.D Kusumaningtyas. 2017. Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable Menggunakan Plasticizer Gliserin dan Minyak Jelantah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(2): 74-77.
- Galietta, D.G., Guilbert, dan Cuq. 1998. Mechanical And Thermomechanical Properties of Film Based On Whey Proteins As Affects By Plasticizer And Crosslinking Agents. *Journal of Dairy Science*. 81: 3123-3130.
- Gian, A., M. Farid, dan H. Ardhyanta. 2017. Isolasi Selulosa Dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 228-231.
- Hasanah, N. 2012. Pembuatan Dan Pencirian Plastik Pati Tapioka Dengan Pemplastis Gliserol. *Skripsi*. Bogor: Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Hugot, E. 1986. *Handbook of Cane Sugar Engineering*. 3rd Ed. New York: Elsevier.

- Huri, D., dan F.C. Nisa. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia *Edible Film*. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 2 (4p): 29-40.
- Husin, H., Zuhra, F. Hasfita. 2007. Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Biobriket. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*. 6: 21-27.
- J. Gonzalez, G. 2010. Development of Highly-Transparent Protein/Starch-Based Bioplastics. *Bioresource Technology*. 101(6): 2007–2013.
- Kamsiati, E., H. Herawati, dan E.Y. Purwani. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubi Kayu Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 36(2): 67-76.
- Klemm, D. 1998. *Comprehensif Cellulose Chemistry*. Vol 1. New York: Wiley-VCH.
- Lazuardi, G.P., dan S.E. Cahyaningrum. 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Dan Pati Singkong Dengan *Plasticizer* Gliserol. *Journal Of Chemistry*. 2 (3): 161-166.
- Leja, K., dan G. Lewandowicz. 2009. *Polymer Biodegradation and Biodegradable Polymer*. Poland: Poznan University of Life Sciences.
- Mahalik, N.P. 2009. Processing And Packaging Automation System: A Review. *Jurnal Sains & Instrumental*. 3: 12-25.
- Malangi, L.P. 2012. Penentuan Kandungan Tanin Dan Uji Aktifits Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* mill). *Jurnal MIPA UNSRAT*. 1(1): 5-10.
- Manab, A., M.E. Sawitri, dan K.U.A. Awwaly. 2017. *Edible Film Protein Whey: Penambahan Lisozim Telur Dan Aplikasi Di Keju*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Martaningtyas. 2004. *Potensi Plastik "Biodegradable"*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mirzayanti, Y. W. 2013. Pemurnian Gliserol Dari Proses Transesterifikasi Minyak Jarak Dengan Katalis Sodium Hidroksida. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan 2013*. 10 April 2013. Institut Teknologi Adhi Tama: 267-273.

- Musatto, S.I., G. Dragone, P.M.R. Guimaraes, J.P. Silva, L.M. Carneiro, I.C Roberto, A. Vicente, dan J.A. Teixeira. 2010. Technological Trends, Global Market, And Challenges of Bio-ethanol Production. *Biotechnology Advance*. 28(6): 817-830.
- Nafiyanto, I. 2019. Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fullica*). *Integrated Lab Jurnal*. 7(1): 75-89.
- Nurhajati, D.W., I.N. Indrajati, H.E. Mayasari, dan M. Sholeh. 2018. *Pengaruh Penambahan Pati Tapioka Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Komposit High Density Polyethilene*. Yogyakarta: Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik. 2 Desember 2018. 77-84.
- Pakartiko, B. 2019. Sifat Fisik Dan Mekanik Plastik *Biodegradable* Dari Pati Singkong Dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu Dan Gliserol. *Skripsi*. Jember: Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Pomerantz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. 2nd ed. New York: Academic Press.
- Pranamuda, H. 2001. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Baku Pati Tropis*. Jakarta: Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Pratiwi, R., D. Rahayu, dan M.I Barliana. 2016. Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science And Technology*. 3(3): 83-91.
- Pudjihastuti, I. 2010. Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam Dan Reaksi Photokimia UV Untuk Produksi Pati Termodifikasi Dari Tapioka. *Tesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Pulungan, M.H., V.S Qushayyi, dan Wignyanto. 2015. Pembuatan Plastik *Biodegradable* Pati Sagu (Kajian Penambahan Kitosan Dan Gelatin). *Prosiding Seminar Agroindustri Dan Lokakarya Nasional*. 2-3 September 2015. *FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM*.
- Riswiyanto. 2009. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga
- Rowe, R.C., P.J. Sheskey, dan M.E. Quinn. 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients*. 6th Ed. London: The Pharmaceutical Press.
- Samsuri, B. 2008. *Penggunaan Pragensasi*. Jakarta: FMIPA UI

- Setiarto, R.H.B., N. Widhyastuti, dan A. Sumariyadi. 2018. Peningkatan Kadar Pati Resisten Tipe III Tepung Singkong Termodifikasi Melalui Fermentasi Dan Pemanasan Bertekanan-Pendinginan. *Biopropal Industri*. 9(1): 9-23
- Stevens, E.S. 2002. *Green Plastics: An Introduction To The New Science of Biodegradable Plastic*. New Jersey: University Press.
- Subowo, S., S. Pujiastuti. 2013. Plastik yang Terdegradasi Secara Alami (Biodegradable) Terbuat Dari LDPE Dan Pati Jagung Terlapis. *Prosiding Simposium Nasional Polimer. IV*. 203-208.
- Sulityo, H.W., dan Ismiyati. 2012. Pengaruh Formulasi Pati Singkong- Selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik. *Konversi*. 1(2): 23-40.
- Sumarsono, T. 2011. Efektivitas Jenis Dan Konsentrasi Nutrien Dalam Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Mentah yang Diaugmentasi Dengan Konsorsium Bakteri. *Skripsi*. Surabaya: Departemen Biologi Fakultas SAINTEK Universitas Airlangga.
- Sumartono, N.W., F. Handayani, R. Desiriana, W. Novitasari, dan D.S. Hulfa. 2015. Sintesis Dan Karakteristik Bioplastik Berbasis Alang-alang Dengan Penambahan Kitosan. *PELITA*. 10(2): 13-25
- Sutoro, Y., Soelaeman dan Iskandar. 2010. *Budidaya Tanaman Jagung*. Bogor: Balitbang Tanaman Pangan
- SWA. 2014. *Enviplast, Inovasi Kantong Ramah Lingkungan*. <http://swa.co.id/swa/trends/marketing/enviplast-inovasi-kantongramah-lingkungan>. [Diakses pada 10 Juli 2020]
- Vieira, M.G.A., M.A. Silva, L.O. Santos, dan M.M. Beppu. 2011. Natural-Based Plasticizers And Biopolymer Films: A Review. *European Polymer Journal*. 47(3): 254-263.
- Widyasari, R. 2010. *Kajian Penambahan Onggok Termoplastis Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Yan, Z., S. Gallagher M.J., F.A.R Oliveira. 2010. Shrinkage and Porosity of Banana, Pineapple, and Mango Slices During Air-Drying. *Journal of Food Engineering*. 84: 430-440.
- Zam, S.I. 2010. Optimasi Konsentrasi Inokulum Bakteri Hidrokarbonoklastik Pada Bioremediasi Limbah Pengilangan Minyak Bumi Di Sungai Pakning. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 4(2).

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Pengukuran Dimensi

Tabel A.1 Hasil Pengukuran Dimensi

NO	SAMPLER	JENIS UJI											
		PANJANG (mm)	LEBAR (mm)				BERAT (gram)	KETEBALAN (mm)					
			K1	K2	K3	Gtot		K1	K2	K3	G1	G2	G3
1	A01	108,14	18,08	22,00	12,87	6,23	4,55	4,32	4,90	3,49	4,01	4,04	4,19
2	A03	107,90	18,12	21,50	12,50	6,31	4,24	4,00	3,91	3,00	4,58	4,20	4,07
3	A08	107,24	17,36	21,36	13,72	6,73	4,50	3,66	4,25	3,41	4,52	4,35	4,08
4	A11	105,60	17,64	20,66	12,66	6,62	4,54	3,94	4,30	3,28	4,64	4,45	4,52
5	A17	106,80	17,60	21,88	13,10	6,31	4,90	4,72	4,76	3,39	4,72	4,77	4,57
6	A18	105,20	17,36	22,00	13,64	6,50	4,94	4,59	4,94	4,06	4,41	4,36	4,45
7	A26	107,70	17,50	20,64	13,34	6,51	4,78	3,74	4,17	3,47	4,46	4,65	4,33
8	A27	107,36	17,46	21,96	13,54	6,76	4,70	3,33	4,01	3,53	4,36	4,53	4,38
9	A210	107,60	17,96	20,59	13,72	6,13	4,87	4,25	4,74	3,50	4,87	4,62	4,55
10	A31	110,10	17,82	20,64	12,68	6,19	4,15	3,61	4,28	3,14	4,75	4,54	4,16
11	A33	111,80	17,52	22,00	13,82	6,73	4,35	3,61	4,24	3,03	4,29	4,64	4,28
12	A37	108,60	17,60	21,60	13,80	6,18	4,49	4,68	4,90	3,13	4,51	4,68	4,80
RATA-RATA		107,84	17,67	21,40	13,28	6,43	4,58	4,04	4,45	3,37	4,51	4,49	4,36
Standar Deviasi		1,79	0,27	0,61	0,50	0,24	0,26	0,47	0,37	0,29	0,23	0,22	0,22

Lampiran B. Data Hasil Uji Kadar Air

Tabel B. 1 Hasil Pengamatan Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Kadar Air
A0	1	3.93
	2	3.90
	3	3.50
A1	1	3.49
	2	3.11
	3	2.95
A2	1	3.14
	2	2.98
	3	2.82
A3	1	1.87
	2	2.42
	3	2.19

Tabel B.2 Rata-rata Hasil Kadar Air

Perlakuan	Kadar Air
A0	3.78
A1	3.18
A2	2.98
A3	2.16

Tabel B. 3 Standart Deviasi Analisis Kadar Air

Perlakuan	Kadar Air
A0	0.240
A1	0.277
A2	0.160
A3	0.276

Tabel B. 4 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.021 ^a	3	1.340	22.672	.000
Intercept	109.807	1	109.807	1.857E3	.000
Perlakuan	4.021	3	1.340	22.672	.000
Error	.473	8	.059		
Total	114.301	12			
Corrected Total	4.494	11			

a. R Squared = ,895 (Adjusted R Squared = ,855)

Tabel B. 5 Uji DUNCAN

Perlakuan	N	Subset for alpha 0.05			Notasi
		1	2	3	
A3	3	2.1600			a
A2	3		2.9800		b
A1	3		3.1833		b
A0	3			3.7767	c
Sig.		1.000	.336	1.000	

Lampiran C. Data Hasil Uji Kelarutan

Tabel C. 1 Hasil Pengamatan Uji Kelarutan

Perlakuan	Ulangan	Waktu Larut
A0	1	10.26.33
	2	10.17.59
	3	10.28.09
A1	1	22.36.14
	2	22.40.20
	3	21.53.11
A2	1	58.22.21
	2	57.55.13
	3	57.50.40
A3	1	79.36.31
	2	80.02.11
	3	79.51.20

Tabel C.2 Rata-rata Hasil Uji Kelarutan

Perlakuan	Waktu Larut
A0	10.24.14
A1	22.23.15
A2	58.02.45
A3	79.50.01

Tabel C. 3 Standart Deviasi Uji Kelarutan

Perlakuan	Waktu Larut
A0	0.004
A1	0.018
A2	0.012
A3	0.009

Tabel C. 4 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.194E11 ^a	3	3.979E10	3.773E4	.000
Intercept	2.831E11	1	2.831E11	2.685E5	.000
Perlakuan	1.194E11	3	3.979E10	3.773E4	.000
Error	8435198.000	8	1054399.750		
Total	4.025E11	12			
Corrected Total	1.194E11	11			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Tabel C. 5 Uji DUNCAN

Perlakuan	N	Subset for alpha 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
A0	3	10.24.14				a
A1	3		22.23.15			b
A2	3			58.02.45		c
A3	3				79.50.01	d
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Lampiran D. Data Hasil Uji Biodegradasi

Tabel D. 1 Hasil Pengamatan Biodegradasi

Perlakuan	Ulangan	Uji Biodegradasi
A0	1	52.73
	2	50.85
	3	55.17
A1	1	42.00
	2	44.90
	3	44.23
A2	1	46.81
	2	45.83
	3	47.92
A3	1	48.98
	2	51.02
	3	48.94

Tabel D.2 Rata-rata Hasil Biodegradasi

Perlakuan	Uji Biodegradasi
A0	52.92
A1	43.71
A2	46.85
A3	49.65

Tabel D. 3 Standart Deviasi Analisis Biodegradasi

Perlakuan	Uji Biodegradasi
A0	2.166
A1	1.518
A2	1.046
A3	1.190

Tabel D. 4 Uji ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	138.860 ^a	3	46.287	19.478	.000
Intercept	27973.432	1	27973.432	1.177E4	.000
Perlakuan	138.860	3	46.287	19.478	.000
Error	19.011	8	2.376		
Total	28131.303	12			
Corrected Total	157.871	11			

a. R Squared = ,880 (Adjusted R Squared = ,834)

Tabel D. 5 Uji DUNCAN

Perlakuan	N	Subset for alpha 0.05			Notasi
		1	2	3	
A1	3	43.7100			a
A2	3		46.8533		b
A3	3		49.6467		b
A0	3			52.9167	c
Sig.		1.000	.057	1.000	

Lampiran E. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar E.1 Penimbangan ampas tebu



Gambar 2. Pengeringan ampas tebu



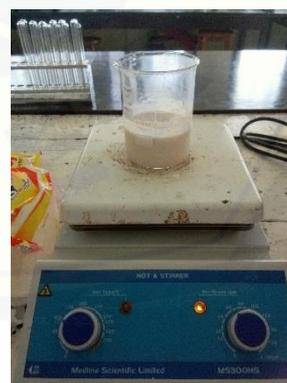
Gambar E.3 Penghalusan ampas tebu



Gambar E.4 Serbuk ampas tebu



Gambar E.5 Penimbangan pati singkong



Gambar E.6 Homogenisasi adonan



Gambar E.7 Sendok biodegradable setengah kering



Gambar E.8 Thickness gauge



Gambar E.8 Pengukuran panjang sendok



Gambar E.9 Penimbangan berat sendok



Gambar E.10 Persiapan uji kadar air



Gambar E.11 Proses uji kadar air



Gambar E.12 Pengujian kelarutan dalam air



Gambar E.13 Sendok setelah larut dalam air



Gambar E.14 Persiapan uji biodegradasi



Gambar E.15 Tanah humus



Gambar E.16 Proses Uji biodegradasi



Gambar E.17 Sendok setelah uji biodegradasi