

**SINTESIS DAN UJI KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI  
SINGKONG MENGGUNAKAN VARIASI PENGUAT LOGAM SENGG  
OKSIDA (ZnO) DAN *PLASTICIZER* GLISEROL**



**Skripsi**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar sarjana sains  
jurusan kimia pada fakultas sains dan teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**MOH. RIDWAN**  
**60500113029**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UIN ALAUDDIN MAKASSAR**  
2018

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Moh. Ridwan  
NIM : 60500113029  
Tempat/ Tgl lahir : Doping/ 17 Mei 1994  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Alamat : Perumahan Raihan Pratama Residence Blok A No 18  
Judul : Sintesis dan Uji Kualitas Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan Plasticizer Gliserol.

Menyatakan dengan sesungguhnya dengan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa skripsi merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Januari 2018

**Penyusun**

**MOH. RIDWAN**  
**Nim: 60500113029**

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “**Sintesis dan Uji Kualitas Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan *Plasticizer* Gliserol**” yang disusun oleh **Moh. Ridwan**, NIM: **60500113029**, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Selasa tanggal **30 Januari 2018** bertepatan dengan **13 Jumadil Awal 1439 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Kimia, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 30 Januari 2018 M  
13 Jumadil Awal 1439 H

### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Hj. Wasilah, S. T., M. T	(.....)
Sekretaris	: Asriani Ilyas, S.Si., M.Si	(.....)
Munaqisy I	: Dra. Sitti Chadijah, M.Si	(.....)
Munaqisy II	: Dr. Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Muhsin Mahfudz, M. Ag	(.....)
Pembimbing I	: Dr. H. Asri Saleh, S.T., M.Si	(.....)
Pembimbing II	: Kurnia Ramadani, S.Si., M.Pd	(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. Arifuddin, M.Ag  
NIP. 19691205 1993011001

## KATA PEGANTAR



### **Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu**

Segala puji atas kebesaran Sang Khalik yang telah menciptakan alam semesta dalam suatu keteraturan hingga dari lisan terpetik berjuta rasa syukur kehadiran Allah swt. Karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nyalah sehingga penulis diberikan kesempatan dan kesehatan untuk dapat menyelesaikan skripsi penelitian dengan judul “**Sintesis dan Uji Kualitas Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan *Plasticizer* Gliserol**”. Salawat dan salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad saw, yang diutus ke permukaan bumi ini menuntun manusia dari lembah kebiadaban menuju ke puncak peradaban seperti sekarang. Rasa sayang dan hormat selalu kuhaturkan kepada kedua orang tua tercinta ayahanda Muh. Saleng dan ibunda Indo Laju yang membuat penulis tetap semangat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwasanya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari tantangan dan hambatan. Namun berkat kerja keras dan motivasi dari pihak-pihak langsung maupun tidak langsung yang memperlancar jalannya penyusunan skripsi ini, oleh karena itu secara mendalam penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Ibu Sjamsiah, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

3. Bapak H. Asri Saleh, ST., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan ibu Kurnia Ramadani, S.Si., M.Pd. selaku dosen pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasan dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dra. Sitti Chadijah, M.Si, selaku dosen penguji I, Ibu Dr. Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si selaku dosen penguji II dan Bapak Dr. Muhsin Mahfudz, M.Thi selaku dosen penguji agama.
5. Ucapan terimakasih terkhusus kepada ibu Syamsidar ST., M.Si yang telah membimbing dan memberi motivasi peneliti hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Segenap dosen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
7. Segenap laboran Kak Ahmad Yani, S.Si, Kak Awaluddin, S.Si, Kak Fitriah Azis, S.Si.,S.Pd, Kak Andi Nurahma, S.Si, Kak Ismawanti, S.Si dan Kak Nuraini, S.Si
8. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada patner penelitian saya Fitriani Najamuddin dan Yuni Sara yang telah bahu-membahu saling membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Karena kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT semata.

**Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

**Penulis,**

**MOH. RIDWAN**  
**NIM:60500113029**



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-6</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II      TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7-26</b>
A. Singkong.....	7
B. Pati.....	8
C. Plasticizer Gliserol.....	11
D. Zink Oksida (ZnO).....	12
E. Teknik Preparasi Plastik Biodegradabel.....	14
F. Plastik.....	15
G. Plastik Biodegradabel.....	17
H. Karakterisasi Plastik Biodegradabel.....	22
<b>BAB III      METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>27-30</b>
A. Waktu dan Tempat.....	27

	B. Alat dan Bahan.....	27
	C. Prosedur Kerja.....	27
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31-44</b>
	A. Hasil Penelitian.....	31
	B. Pembahasan.....	33
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>46</b>
	A. Kesimpulan.....	46
	B. Saran.....	46
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47-48</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49-63</b>
	<b>BIOGRAFI.....</b>	<b>xi</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Kandungan gizi singkong dalam 100 gram .....	8
Tabel 2.2	Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradibilitas.....	21
Tabel 2.3	Sifat mekanik plastik sesuai SNI.....	23
Tabel 4.1	Hasil uji kuat tarik.....	31
Tabel 4.2	Hasil uji ketahanan terhadap air.....	31
Tabel 4.3	Hasil analisis FT-IR.....	32
Tabel 4.4	Hasil uji biodegradibilitas plastik.....	33





**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Singkong.....	7
Gambar 2.2	Struktur Amilosa.....	10
Gambar 2.3	Struktur Amilopektin.....	10
Gambar 2.4	Struktur Gliserol.....	12
Gambar 2.5	Struktur Kristal ZnO.....	13
Gambar 4.1	Hasil uji kekuatan tarik.....	41
Gambar 4.2	Hasil uji ketahanan bioplastik terhadap air.....	42
Gambar 4.3	Hasil analisis FT-IR.....	42
Gambar 4.4	Hasil analisis SEM.....	43
Gambar 4.5	Hasil uji biodegradabilitas plastik biodegradabel.....	42

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Skema pembuatan plastik biodegradabel .....	49
Lampiran 2	Diagram alir preparasi sampel .....	50
Lampiran 3	Diagram alir ekstraksi pati .....	51
Lampiran 4	Diagram alir pembuatan bioplastik .....	52
Lampiran 5	Karakterisasi bioplastik.....	53
Lampiran 6	Analisis data .....	57-59
Lampiran 7	Dokumentasi penelitian .....	60-63

## ABSTRAK

**Nama : Moh. Ridwan**

**Nim : 60500113029**

**Judul : Sintesis dan Uji Kualitas Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan *Plasticizer* Gliserol.**

---

Plastik biodegradabel adalah plastik yang memiliki kelebihan akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air (H<sub>2</sub>O) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Dalam pembuatan plastik biodegradabel digunakan bahan dasar singkong dengan bahan tambahan berupa seng oksida (ZnO) dan *plasticizer* berupa gliserol. Tujuan penelitian ini untuk menentukan kondisi optimum plastik biodegradabel dari singkong dengan *plasticizer* gliserol dan penguat logam seng oksida (ZnO) terhadap sifat fisik plastik biodegradabel, yang menggunakan metode *Melt Intercalation* dengan komposisi seng oksida (ZnO) yaitu 6%, 9% dan 12% dan gliserol 15%, 25% dan 35%. Dimana hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum plastik biodegradabel yaitu pada sampel I dengan komposisi seng oksida (ZnO) 6%, gliserol 15% dan pati 5 gram, dengan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 4,704 N/mm<sup>2</sup>, hidrofobisitas 80,33% dan biodegradabilitas dari plastik diperoleh kondisi optimum pada sampel II dengan komposisi seng oksida (ZnO) 9%, gliserol 15% dan pati 5 gram sebesar 70,94% dengan waktu degradasi 12 hari. Dari hasil plastik yang diperoleh berpotensi untuk dikembangkan sebagai plastik kemasan.

**Kata kunci :** *Biodegradable, gliserol, singkong dan seng oksida (ZnO).*

**ABSTRACT****Name : Moh. Ridwan****Nim : 60500113029****Title : Synthesis and Test of Biodegradable Plastic Quality from Cassava Star Using Variation of Zinc Oxide Metals (ZnO) and Plasticizer Glycerol.**

---

*Biodegradable plastics are plastics whose advantages are destroyed by the activity of microorganism into water (H<sub>2</sub>O) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) after being used up and discharged into the environment. In the manufacture of biodegradable plastic used cassava base material with an additional material of zinc oxide (ZnO) and plasticizer in the form of glycerol. The objective of this research was to determine the optimum condition of biodegradable plastic from cassava with glycerol plasticizer and metal oxide oxide (ZnO) reinforcement to physical properties of biodegradable plastics, using Melt Intercalation method with composition of zinc oxide (ZnO) ie 6%, 9% and 12% glycerol 15%, 25% and 35%. The results showed that the condition of biodegradable plastic optimum was in sample I with the composition of zinc oxide (ZnO) 6%, glycerol 15% and 5 gram starch with the highest tensile strength value 4,704 N / mm<sup>2</sup>, 80,33% hydrophobicity and biodegradability of plastic obtained the optimum conditions in sample II with the composition of zinc oxide (ZnO) 9%, glycerol 15% and 5 gram starch 70.94% with 12 days degradation time. From the results obtained plastic has the potential to be developed as a plastic packaging.*

**Keywords:** *Biodegradable, cassava, glycerol and zinc oxide (ZnO).*

ALAUDDIN  
M A K A S S A R

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### ***A. Latar Belakang***

Kebutuhan manusia akan bahan yang terbuat dari plastik semakin meningkat, hal ini disebabkan plastik merupakan sesuatu yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan manusia, mulai dari skala kecil untuk keperluan rumah tangga sampai skala besar yang digunakan untuk keperluan industri. Secara umum plastik digunakan untuk wadah atau pengemas makanan. Plastik memiliki sifat yang ringan, elastis, transparan dan tahan terhadap air. Plastik yang diperjual belikan saat ini merupakan plastik polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi sehingga menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Sampah plastik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai dalam waktu yang singkat melainkan membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar dapat terurai dan apabila sampah plastik dibakar maka akan menghasilkan senyawa yang berbahaya bagi lingkungan (Romadloniyah, 2012: 1).

Peningkatan kebutuhan manusia akan bahan plastik dewasa ini menjadi permasalahan global. Hal ini dikarenakan bahan plastik yang berasal dari minyak bumi yang sangat susah untuk di uraikan mikroorganisme dalam tanah sehingga butuh waktu yang sangat panjang untuk menguraikan plastik tersebut. Selain itu plastik yang di timbun dalam tanah dapat mengakibatkan penurunan kualitas air tanah dan juga mempengaruhi kesuburan tanah yang disebabkan karena komposisi unsur hara telah dirusak oleh sampah plastik (Kholish, 2008:1).

Dalam mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pengembangan produk plastik. Saat ini telah dikembangkan plastik yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme berupa plastik *biodegradable* yang bersifat ramah lingkungan. Berbeda dengan plastik konvensional berbahan dasar *petroleum*, gas alam atau batu bara. Sementara plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya pati, selulosa, *kolagen*, *kasein*, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan. Semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan serta resiko kesehatan menjadi pertimbangan. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil pertanian), potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik (Ummah, 2013: 5). Sebagaimana dijelaskan dalam *Q.S. Ar-Rum(30):41* berikut ini:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا  
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Terjemahnya:

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Q.S. Ar-Rum/30:41).

Ayat ini menjelaskan bahwa telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang durhaka sehingga Allah merasakan sedikit akibat perbuatan dosa dan pelanggaran mereka agar mereka kembali ke jalan yang benar. Ayat ini menyebut ” فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ “ di darat dan laut sebagai tempat terjadinya kerusakan, ketidakseimbangan serta kekurangan manfaat.



Laut telah tercemar sehingga ikan mati dan hasil laut berkurang. Daratan semakin panas sehingga terjadi kemarau berkepanjangan, sehingga keseimbangan lingkungan menjadi kacau. Hal inilah yang mengantar sementara ulama kontemporer memahami ayat ini sebagai isyarat tentang kerusakan lingkungan (Sabri, 2013: 155-156).

Manusia yang menyimpang dari ajaran lurus yang ditetapkan Allah, menjadikan keadaan sekelilingnya hukum-hukum sebab akibat yang berkaitan dengan alam raya yang memengaruhi manusia dan ini pada akhirnya menimbulkan dampak negatif hal ini ditunjukkan pada ayat “بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ” disebabkan karena perbuatan tangan manusia, dalam ayat ini kata ” أَيْدِي ” menunjukkan kekuasaan sehingga diartikan kekuasaan manusia yang menyebabkan kerusakan lingkungan. bahkan akan bertumpuk musibah dan bencana alam yang akan dialami manusia. Keengganan langit menurunkan hujan, banjir, gempa bumi dan bencana lainnya menurut M. Quraish Shihab, merupakan tanda-tanda yang diberikan Allah untuk memperingatkan manusia agar mereka kembali ke jalan yang lurus (Sabri, 2013: 156).

Ayat tersebut mengisyaratkan kepada kita tentang kerusakan lingkungan, yang disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya berupa kerusakan yang diakibatkan oleh sampah plastik, sehingga perlu adanya solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu cara mengatasi permasalahan tersebut yaitu membuat plastik yang bersifat ramah lingkungan. Plastik ramah lingkungan memiliki kegunaan yang sama seperti plastik sintesis atau plastik konvensional. Plastik ramah lingkungan biasanya disebut dengan bioplastik, yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Plastik ramah lingkungan merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam (Sari, 2015: 2).

Bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang mengandung pati. Pati merupakan suatu senyawa karbohidrat kompleks dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa dalam jangka panjang. Pati yang diproduksi secara komersial biasanya didapatkan dari jagung, gandum, beras dan tanaman umbi seperti kentang, singkong dan ubi jalar. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dari air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Pati digunakan sebagai material *biodegradable* karena sifatnya yang ramah lingkungan, mudah terdegradasi, melimpah dan terjangkau (Erfan, 2012: 2 dan 11).

Salah satu tanaman yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah singkong. Singkong dapat digunakan dalam pembuatan plastik Biodegradabel karena memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, sehingga kandungan amilosa dan amilopektin yang terkandung didalamnya berpotensi untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan plastik Biodgradabel. Dimana amilopektin mempengaruhi kestabilan dari plastik, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Selain dari kandungannya singkong sangat berpotensi karena singkong merupakan tanaman yang mudah didapatkan dan tersedia melimpah di berbagai daerah di Indonesia. Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan plastik yang lentur dan kuat karena struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antar molekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat (Yulianti dan Ginting 2012: 131-132).

Untuk meningkatkan kekuatan mekanis pada bioplastik maka diperlukan penguat yang cocok. Salah satu penguat logam yang dapat digunakan berupa seng

oksida (ZnO) yang dapat mengurangi kelembaban dari plastik. Seng oksida (ZnO) adalah keramik *piezoelektrik* yang memiliki sifat anti mikroba sehingga jika digunakan sebagai pengisi bahan kemasan, maka makanan akan menjadi awet (Erfan, 2012: 2).

Dalam penelitian ini penambahan seng oksida (ZnO) akan divariasikan untuk mengetahui pengaruh penambahan penguat seng oksida (ZnO) terhadap kekuatan mekanis dari plastik biodegradabel yang dihasilkan. Dalam penelitian Erfan (2012) dengan bervariasi seng oksida (ZnO) sebagai penguat dengan menggunakan sampel ubi jalar dijelaskan bahwa bertambahnya konsentrasi seng oksida (ZnO) dalam pembuatan plastik biodegradabel akan meningkatkan nilai kuat tarik dan menurunkan nilai elongasinya dimana data yang diperoleh yaitu peningkatan ZnO dari 0 hingga 4% wt meningkatkan nilai kuat tarik dari 5,8 MPa hingga 10 MPa sedangkan nilai elongasinya mengalami penurunan dari 30% hingga 24%.

Pada proses pembuatan plastik biodegradabel perlu ditambahkan *plasticizer* agar plastik yang dihasilkan lebih elastis, fleksibel dan tahan terhadap air. Salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah gliserol, hal ini dikarenakan gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat yang lebih elastis terhadap plastik jika dibandingkan *plasticizer* lain, seperti sorbitol. Gliserol termasuk senyawa yang banyak ditemui di alam dan harganya relatif murah. Selain itu, gliserol bersifat ramah lingkungan, karena senyawa ini dengan mudah dapat terdegradasi oleh mikroorganisme (Kholish, 2008:2).

Berdasarkan penjelasan tersebut diatas, maka dibutuhkan alternatif plastik yang ramah lingkungan yang berasal dari bahan yang dapat terurai di lingkungan, tersedia di alam dalam jumlah besar dan dapat menghasilkan produk berkekuatan

sama dengan plastik sintetik, oleh karena itu peneliti disini akan melakukan penelitian plastik *biodegradable* dari bahan yang bersifat ramah lingkungan dan mudah didapatkan berupa pati singkong yang akan di kombinasikan dengan bahan-bahan lain seperti seng oksida (ZnO) dan gliserol dimana kedua bahan tambahan tersebut divariasikan untuk memperoleh kondisi optimum dari plastik biodegradable.

### **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu mengetahui kondisi optimum plastik biodegradabel dari singkong dengan penambahan penguat logam seng oksida (ZnO) dan *plasticizer* gliserol terhadap sifat fisik plastik biodegradabel ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini yaitu menentukan kondisi optimum plastik biodegradabel dari singkong dengan penambahan penguat logam seng oksida (ZnO) dan *plasticizer* gliserol terhadap sifat fisik plastik biodegradabel.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagai sumber informasi kepada masyarakat bahwa singkong dapat dijadikan plastik ramah lingkungan.
2. Sebagai salah satu cara mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh plastik sintetik saat ini.
3. Sebagai tambahan data penelitian tentang plastik biodegradabel bagi penelitian lainnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Singkong

Menurut Wahyu (2009: 12), klasifikasi singkong adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divis	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot utilissima</i>
Pohl.	: <i>Manihot esculenta Crantz sin</i>

Singkong merupakan tanaman perdu yang berasal dari Amerika Selatan dengan lembah sungai Amazon sebagai tempat penyebarannya. Ubi ini merupakan tanaman dikotil berumah satu yang ditanam untuk diambil patinya yang sangat layak cerna. Pohon singkong dapat tumbuh hingga 1-4 meter dengan daun besar yang menjari dengan 5 hingga 9 belahan lembar daun. Batangnya memiliki pola percabangan yang khas yang keragamannya tergantung pada kultivar (Wahyu, 2009: 11). Singkong ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut.



**Gambar 2.1.** *Singkong*

Gambar 2.1 merupakan tanaman yang memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Kandungan zat dalam tanaman singkong ialah karbohidrat, fosfor, kalsium, vitamin C, protein, zat besi dan vitamin B1. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan tanaman Singkong berkembang sebagai bahan baku industri pangan dan sebagai pengobatan herbal. Secara umum, Singkong merupakan jenis tanaman yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai tanaman obat dan bahan baku industri pangan (Rumayar, 2012: 15). Kandungan gizi singkong ditunjukkan pada Table 2.1 berikut.

**Tabel 2.1.** Kandungan Gizi Singkong dalam 100 gram

<b>Komposisi singkong</b>	<b>Kandungan gizi singkong</b>
Kalori (kkal)	121
Karbohidrat (g)	34,0
Pati (%)	74,81
Protein (g)	1,20
Lemak (g)	0,30
Serat kasar (%)	11,05
Air (g)	62,50

### **B. Pati**

Pati merupakan polimer alam yang mempunyai rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . pati terdapat dalam terigu, beras, jawawut, kentang dan tumbuhan hijau. Dalam ekstraksi pati bahan tumbuhan dihancurkan bersama air dan bubur yang dihasilkan kemudian disaring untuk memisahkan jaringan kasarnya, sehingga sisanya suspensi tepung pati (Cowd, 1991: 80).



Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granula dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman. Komposisi pati pada umumnya terdiri dari amilopektin sebagai bagian terbesar dan sisanya amilosa. Pati merupakan senyawa terbanyak kedua yang dihasilkan oleh tanaman setelah selulosa. Sumber utama penghasil pati adalah jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian, biji nangka, kentang, singkong, ubi jalar, ganyong dan tanaman sagu. Pengamatan pati dibawah mikroskop menunjukkan granula pati berwarna putih, dengan ukuran 2-100  $\mu\text{m}$  (Ummah, 2013: 24).

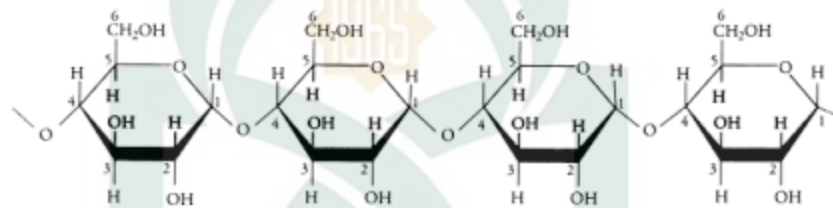
Pati terjadi secara alami sebagai granul-granul kecil didalam akar, biji dan batang berbagai jenis tumbuhan termasuk jagung, gandum, padi, jawawut, barley dan kentang. Pati terdiri dari dua polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin yang dapat dipisahkan menurut perbedaan kelarutannya. Amilosa berstruktur linear dengan berat molekul berkisar dari sekitar 30.000 sampai 1 juta, meskipun batas atas 200.000 sampai 300.000 lebih umum. Lepas dari ikatan  $\alpha$  amilosa menyerupai selulosa. Amilopektin sangat bercabang melalui karbon 6 dan memiliki berat molekul diatas 1 juta. Diyakini bahwa amilopektin terdiri dari rantai-rantai 20-25 unit glukosa yang terikat melalui karbon 1 dan 4 sebagaimana pada amilosa dan rantai yang lain tersambungkan melalui ikatan 1,6 (Stevens, 2001: 602-603).

Pati merupakan polisakarida paling melimpah kedua. Pati dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama berdasarkan kelarutan bila dilarutkan dalam dua air panas, sekitar 20% pati adalah amilosa (larut) dan 80% sisanya ialah amilopektin (tidak larut) (Fessenden, 1986: 354)

Menurut Fessenden (1986: 354-355), pati memiliki dua fraksi utama yaitu:

### 1. Amilosa

Hidrolisis lengkap amilosa menghasilkan hanya D-glukosa, hidrolisis parsial menghasilkan maltose sebagai satu-satunya disakarida. Disimpulkan bahwa amilosa adalah polimer linear dari  $\alpha$ -D-glukosa yang dihubungkan secara -1,4'. Beda antara amilosa dan selulosa ialah ikatan glikosidanya  $\beta$  dalam selulosa dan  $\alpha$  dalam amilosa hal inilah yang menyebabkan amilosa dapat larut dalam air karena memiliki rantai polimer yang lurus.

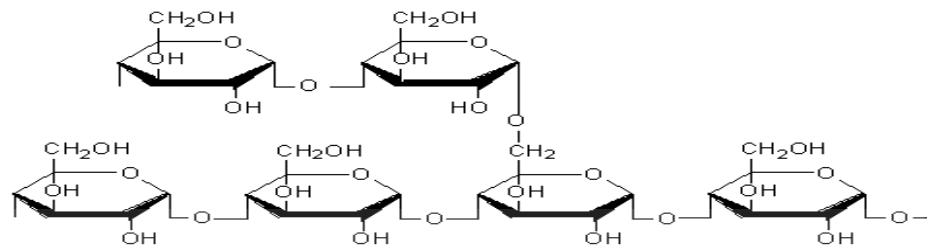


**Gambar 2.2.** Struktur Amilosa

(Sumber: Fessenden, 1986)

### 2. Amilopektin

Suatu polisakarida yang jauh lebih besar dari amilosa, mengandung 1000 satuan glukosa atau lebih per molekul. Seperti rantai dalam amilosa, rantai utama dari amilopektin mengandung 1,4'- $\alpha$ -D-gluukosa. Tidak seperti amilosa, amilopektin bercabang sehingga terdapat satu glukosa ujung untuk kira-kira tiap 255 satuan glukosa. Ikatan pada titik percabangan ialah ikatan 1,6'- $\alpha$ -glikosida hal inilah yang menyebabkan amilopektin sukar larut dalam air.



**Gambar 2.3.** Struktur Amilopektin

(Sumber: (Sumber: *Fessenden*, 1986)

Pembentukan plastik *biodegradable* memerlukan sedikitnya satu komponen yang dapat membentuk sebuah matriks dengan kontinuitas dan kohesi yang cukup. Derajat atau tingkat kohesi akan menghasilkan sifat mekanik plastik. Komponen yang digunakan berupa polimer dengan berat molekul yang tinggi. Struktur polimer rantai panjang diperlukan untuk menghasilkan matriks plastik dengan kekuatan kohesif yang tepat. Salah satu matriks yang digunakan adalah pati. Pati mampu berinteraksi dengan senyawa-senyawa lain, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga berpengaruh pada aplikasi proses mutu plastik (Suharsono, 2012: 2-3).

Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bersifat ramah lingkungan karena dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dengan memutus rantai polimernya menjadi monomer-monomer atau polimer yang lebih pendek. Hasil akhir dari degradasi ini adalah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , senyawa organik lain berupa asam organik dan aldehyd yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Kholis, 2012: 2).

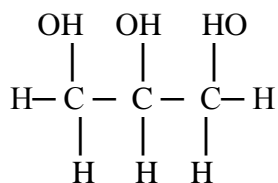
### **C. Plasticizer Gliserol**

*Plasticizer* merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam suatu bahan pembentuk film untuk meningkatkan fleksibilitasnya, karena dapat menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya, sehingga film akan lentur ketika

dibengkokkan. Karakteristik fisik *edible film* dipengaruhi oleh jenis bahan serta jenis dan konsentrasi *plasticizer*. *Plasticizer* dari golongan polihidrik alkohol atau poliol di antaranya adalah gliserol dan sorbitol (Yulianti dan Ginting 2012: 132).

*Plasticizer* merupakan bahan yang digunakan dalam pembentukan bioplastik dimana *plasticizer* ini berfungsi memperbaiki karakteristik bioplastik menjadi elastis, fleksibel dan tidak mudah rapuh. Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Gliserol memiliki berat molekul rendah dan bersifat hidrofilik. Penggunaan berbagai konsentrasi gliserol pada bahan yang berbeda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda pula (Ningsih, 2015: 2).

Gliserol merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada lemak hewani maupun lemak nabati sebagai ester gliseril pada asam palmitat dan oleat. Gliserol adalah senyawa yang netral, dengan rasa manis tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290°C. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya, banyak zat dapat lebih mudah larut dalam gliserol dibanding dalam air maupun alkohol, oleh karena itu gliserol merupakan jenis pelarut yang baik. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Ummah, 2013: 29).

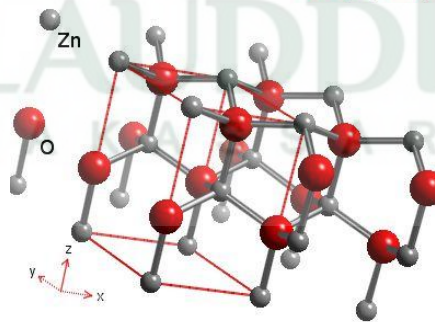


**Gambar 2.4.** Struktur gliserol

#### D. Zink Oksida (ZnO)

Seng oksida (ZnO) adalah kristal yang banyak dipakai dalam berbagai keperluan, sebagai katalis atau pendukung katalis, atau sebagai semikonduktor. Karakteristik kristal seng oksida (ZnO) tergantung pada ukuran dan metode preparasinya. Preparasi kristal seng oksida (ZnO) dengan ukuran nano telah dilakukan dengan metode yang berbeda-beda seperti aerosol, emulsi mikro, ultrasonik, metode sol gel, evaporasi larutan dan suspensi, evaporasi dekomposisi larutan (EDS), reaksi *solid state*, *sintesis wet chemical*, dan metode *spray pirolisis* (Yulianti, 2012: 1).

Seng oksida adalah sebuah senyawa anorganik dengan rumus kimia ZnO dimana ZnO ini sering dijumpai dalam bentuk serbuk putih yang sukar larut dalam air. Seng oksida (ZnO) merupakan kristal senyawa ionik yang terdiri dari kation-kation dan anion-anion yang tersusun secara teratur dan berulang. Pola susunan yang teratur dan berulang dari ion-ion yang terdapat dalam suatu kristal menghasilkan kisi kristal dengan bentuk struktur tertentu. Seng oksida (ZnO) memiliki dua bentuk kristal yang berbeda yaitu *blended* dan *wurtzite* (Erfan, 2012: 18).



**Gambar 2.5.** Struktur Kristal ZnO

(Sumber: Nugroho, 2012)

Seng oksida (ZnO) sebagai penguat masih sedikit penggunaannya. Dalam penelitian Erfan (2012) dengan menggabungkan penguat logam seng oksida (ZnO) dan penguat alami kitosan dengan menggunakan sampel ubi jalar di jelaskan bahwa bertambahnya konsentrasi seng oksida (ZnO) maupun kitosan dalam pembuatan plastik biodegradabel akan meningkatkan nilai kuat tarik dan menurunkan nilai elongasinya dimana data yang diperoleh yaitu peningkatan seng oksida (ZnO) dari 0 hingga 4% wt meningkatkan nilai kuat tarik dari 5,8 MPa hingga 10 MPa sedangkan nilai elongasinya mengalami penurunan dari 30% hingga 24%. Namun ketika penggabungan penguat seng oksida (ZnO) dan kitosan dilakukan justru mengalami penurunan kualitas plastik hal ini dikarenakan masing-masing penguat tidak dapat saling mengisi layer-layer satu sama lain. Hal ini tidak jauh berbeda pada penelitian Nugroho (2012) dengan menggabungkan penguat logam seng oksida (ZnO) dan penguat alami clay dengan menggunakan sampel ubi jalar dimana hasil yang didapatkan dengan peningkatan konsentrasi seng oksida (ZnO) dan clay menyebabkan kekakuan dari plastik yang dihasilkan.

#### ***E. Teknik Preparasi Plastik Biodegradable***

Menurut Erfan (2013: 9-10), teknik preparasi plastik *biodegradable* dapat dilakukan melalui metode-metode berikut, yaitu:

##### **1. Polimerisasi in situ interkalatif**

Pada metode ini, polimer dibentuk diantara lapisan dengan mengembangkan kumpulan lapisan dalam monomer cair atau larutan monomer sehingga pembentukan polimer dapat terjadi antara lembar yang terinterkalasi. Pembentukan polimer dapat dimulai dengan panas, radiasi dan difusi.

##### **2. Interkalasi prepolimer dari larutan**

Metode ini didasarkan pada pengembangan system pelarut dimana biopolymer, seperti pati dan protein terlarut dan nano penguat anorganik seperti



silikat. Pertama, silikat berlapis dikembangkan didalam suatu pelarut seperti air, kloroform atau toulena. Kedua, ketika biopolymer dan larutan nanopartikel yang mengembang dicampur, rantai polimer akan terinterkalasi dan menggantikan pelarut dalam interlayer dari silikat. Ketiga, setelah penghilangan pelarut, struktur yang telah terinterkalasi akan tertinggal dan akan membentuk biopolimer (siikat berlapis bioplastik).

### 3. Melt intercalation

Proses pembuatan bioplastik dengan metode *Melt intercalation* tidak memerlukan penambahan pelarut. Silikat berlapis dicampur dengan matriks polimer dalam *molten state*, ikatan polimer akan bergerak perlahan-lahan ke dalam ruang antar lapisan. Proses penyebaran ikatan polimer kedalam galeri lapisan silikat menjadi bagian penting pada proses *Melt intercalation*. *Melt intercalation* merupakan metode yang ramah lingkungan karena tidak digunakan pelarut organik yang nantinya dapat menjadi limbah, sementara metode eksfoliasi, polimerisasi in situ interkalasi dan interkalasi larutan menggunakan pelarut tersebut, selain itu melt intercalation juga kompatibel dengan proses industri seperti pada injection molding. Pada *melt intercalation*, yaitu dengan cara memanaskan dan mendinginkan material. Hal inilah yang mendasari penelitian ini menggunakan metode *Melt intercalation* karena memiliki kelebihan dibandingkan metode lainnya.

### F. Plastik

Plastik sering digunakan oleh masyarakat sebagai pengemasan. Plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu, fleksibel, ekonomis, tidak mudah retak, tidak dapat membusuk, tidak mudah pecah, kuat, dapat dikombinasi dengan berbagai macam warna dan bentuk dan beberapa jenis dapat dirancang tahan terhadap panas.

Selain memiliki keunggulan, plastik juga memiliki kekurangan yaitu tidak dapat membusuk sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Hal tersebut dikarenakan plastik tidak dapat dihancurkan secara alami dengan cepat oleh mikroba pengurai sehingga banyak terjadi penumpukan sampah plastik yang berlebih yang akan merugikan manusia (Nurseha, 2012: 2).

Plastik adalah senyawa polimer yang terbentuk dari polimerisasi molekul-molekul kecil (monomer) hidrokarbon yang membentuk rantai yang panjang dengan struktur yang kaku. Plastik merupakan senyawa sintesis dari minyak bumi (terutama hidrokarbon rantai pendek) yang dibuat dengan reaksi polimerisasi molekul-molekul kecil (monomer) yang sama, sehingga membentuk rantai panjang dan kaku dan akan menjadi padat setelah temperatur pembentukannya. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau keekonomisan (Nugroho, 2012: 26).

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang (monomer). Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semisintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi. Plastik merupakan material yang secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke- 20 yang berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 220 juta ton/tahun pada tahun 2005. Plastik merupakan bahan kemasan utama saat ini. Salah satu jenis plastik adalah *Polytehylene* (PE). Polietilen dapat dibagi menurut massa jenisnya menjadi dua jenis, yaitu: *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene*

(HDPE). LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/mL dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh di atas 127°C (Ummah, 2013: 15).

Plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan nilai ekonomis dan kegunaannya, yaitu plastik komoditi dan plastik teknik. Plastik komoditi memiliki ciri-ciri volumenya yang tinggi dan harga yang murah. Plastik ini dapat dibandingkan dengan baja dan aluminium dalam industri logam. Plastik sering dipakai dalam bentuk barang yang bersifat pakai-buang (*disposable*) seperti lapisan pengemas dan juga pemakaiannya dalam barang-barang yang tahan lama. Plastik teknik harganya lebih mahal dan volumenya lebih rendah tetapi memiliki sifat mekanik yang unggul dan daya tahan yang lebih baik. Plastik ini bersaing dengan logam, keramik dan gelas dalam berbagai aplikasi. Plastik komoditi pada prinsipnya terdiri dari empat jenis polimer utama, yaitu polietilena, polipropilena, polivinil klorida dan polistirena (Stevens, 2001: 33).

### **G. Plastik Biodegradabel**

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang memiliki bentuk dan fungsi seperti layaknya plastik sintetik, namun memiliki kelebihan yaitu akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air (H<sub>2</sub>O) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang ramah lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Berdasarkan bahan baku yang dipakai plastik *biodegradable* dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia dan kelompok dengan bahan baku produk tanaman seperti pati dan selulosa (Anita, dkk., 2013: 37-38).

Plastik *biodegradable* dalam bahasa Inggris sering disebut sebagai *Environmentally Degradable Polymers* (EDPS). Plastik merupakan nama umum yang diberikan untuk polimer yang berbeda dengan berat molekul tinggi yang dapat terdegradasi oleh berbagai proses. *Environmentally Degradable Polymers* adalah polimer yang terdegradasi secara proses biotik dan abiotik atau kombinasi keduanya di lingkungan tanpa meninggalkan residu toksik (Ummah, 2013: 11).

Polimer-polimer bisa dibuat terurai secara fotokimia dengan mengubah gugus-gugus karbonil yang menyerap radiasi ultraviolet untuk membentuk keadaan tereksitasi yang cukup berenergi untuk melakukan pembelahan ikatan. Mikroorganisme menguraikan polimer-polimer dengan mengkatalisis hidrolisis dan oksidasi. Semakin rendah berat molekul, maka polimer terdegradasi semakin cepat. Suatu kombinasi antara gugus fungsional sensitif cahaya dan gugus fungsional yang bisa terhidrolisis akan lebih efektif dalam menguraikan polimer-polimer berat molekul tinggi dalam lingkungan alam (Stevens, 2001: 146).

Sebagaimana dijelaskan dalam *Q.S. Az-Zumar (39):21* berikut ini:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ نُخْرِجُ بِهِ  
 زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ تَجْعَلُهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ  
 لَذِكْرَى لَأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Terjemahnya:

"Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal" (*Q.S. Az-Zumar/39:21*).

Berdasarkan ayat diatas yang menjelaskan bahwa *apakah tidak engkau perhatikan bahwasanya Allah menurunkan air dari langit*. Langit yang dimaksud disini ialah diatas kita. Bumi ini terdiri dari lautan dan daratan (empat perlima bagian laut dan seperlima bagian daratan). *Kemudian dikeluarkanNya dengan sebabNya tanaman-tanaman*. Adanya air itu ada yang cepat dan ada yang lambat, bahkan lambatnya sampai beratus tahun. Dengan air itu maka tumbuhlah tanaman-tanaman berbagai macam warna (Hamka, 1982: 34).

*Kemudian menjadi kering* itulah salah satu janji Allah yang sekali-kali tidak akan berubah, dimana setelah tanaman-tanaman mencapai kesuburan lanjutannya menjadi kering. Tanaman disirami air bertumbuh dan berubah kelak datang masanya buah itu masak batang pun mulai kering. *Lalu Dia pun engkau lihat kekuning-kuningan yang semula hijau laksana permadani terhampar lama kelamaan kuning laksana emas terbentang.* “ ثُمَّ جَعَلَهُ حُطَمًا ” *Kemudian itu Dia jadikan hancur berderai-derai tidak ada gunanya lagi sebab tugasnya sudah selesai* (Hamka, 1982: 34).

Selanjutnya dijelaskan “*Sesungguhnya pada yang demikian terdapatlah peringatan* لَذِكْرِي لِأُولِي الْأَلْبَابِ *bagi orang-orang yang mempunyai akal*”. Pangkalan ayat dimulai dengan pertanyaan *apakah tidak engkau perhatikan*, artinya menyuruh kita memperhatikan alam disekeliling kita, bahwasanya hidup alam ini bergantung pada air. Kemudian tanah menjadi subur sehingga tanaman dapat tumbuh subur yang kemudian lama kelamaan akan hancur. Dengan akal budi dan kecerdasan bandingkanlah diantara yang satu dengan yang lain agar bertambah yakin dan iman akan kekuasaan Allah dimana manusia tidak dapat membebaskan diri dari kekuasaan itu (Hamka, 1982: 34-35).

Kaitan ayat tersebut dalam penelitian ini yaitu, dalam Q.S. Az-Zumar (39):21 dijelaskan bahwa “tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai”, terjemahan ayat tersebut dapat dikaitkan dalam penelitian ini bahwa dalam penelitian ini bahan dasar yang digunakan berasal dari tanaman dan tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh plastik yang bersifat ramah lingkungan artinya plastik yang mudah terurai, dengan kata lain plastik yang apabila ditanam dalam tanah maka plastik tersebut akan hancur.

Menurut (Ummah, 2013: 11), definisi dari *Environmentally Degradable Polymers* adalah:

- a. Bahan yang mempertahankan formulasi yang sama dengan plastik konvensional selama penggunaan.
- b. Bahan yang terdegradasi setelah digunakan dalam senyawa dengan beratmolekul rendah oleh kombinasi aksi agen fisika-kimia dan mikroorganisme yang ada di alam.
- c. Bahan yang pada akhirnya terdegradasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

Degradasi dari bahan yang terbuat dari polimer dan plastik terjadi pada kondisi biotik yang dimediasi oleh adanya aktifitas makroorganisme (fragmentasi), mikroorganisme (biodegradasi) atau pada kondisi abiotik yang disebabkan oleh agen kimia atau fisika-kimia. Degradasi biotik dimediasi oleh mikroorganisme yang terjadi pada lingkungan yang berbeda dan dapat diklasifikasikan atas adanya oksigen (aerobik) atau tidak adanya oksigen (anaerobik) (Ummah, 2013: 11).

Plastik *biodegradable* adalah polimer yang dapat berubah menjadi biomassa,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{CH}_4$  melalui tahapan depolimerisasi dan mineralisasi. Depolimerisasi



terjadi karena kerja enzim ekstraseluler (endo dan ekso enzim). Endo enzim memutus ikatan internal pada rantai utama polimer secara acak dan ekso enzim memutus unit monomer pada rantai utama secara berurutan. Bagian-bagian oligomer yang terbentuk dipindahkan ke dalam sel dan diubah menjadi mineral. Proses pengubahan mineral membentuk  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ , air, garam-garam dan biomassa (Erfan, 2012: 6).

Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah lingkungan yang sangat baik untuk biodegradasi plastik biodegradabel karena ada kelebihan mikroba, kadar nitrogen dan fosfor yang tinggi. Limbah aktif Lumpur akan mengubah sekitar 60% polimer biodegradabel menjadi karbon dioksida sedangkan sisanya 40% akan memasuki aliran di bawah pencernaan anaerobik akan dikonversi untuk metana. Setiap polimer biodegradabel yang memenuhi kriteria kompos akan menurunkan lebih cepat pada lingkungan pembuangan limbah. Polimer yang cepat terdegradasi (atau mudah larut) yang tidak akan menghambat saluran pembuangan (Nolan-ITU, 2002: 31).

**Tabel 2.2.** Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas

<b>Parameter</b>	<b>Faktor</b>
Fisika-kimia ekosistem	Suhu, pH, kadar air, potensi redoks, ketersediaan nutrisi dan keberadaan inhibitor.
Mikrobiologi ekosistem	Kepadatan populasi, deversitas mikroba, aktivitas mikroba, distribusi spatial mikroorganisme dan kemampuan beradaptasi.
Sifat-sifat primer bahan	Komposisi polimer, berat molekul, distribusi berat molekul, suhu transisi gelas ( $T_g$ ), porositas, hidrofobitas dan jenis ikatan antar monomer.
Proses pembuatan bahan	Jenis pembuatan, karakteristik permukaan, ketebalan bahan, zat aditif dan pengisi yang digunakan

Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bioaktif yang bersifat *biodegradable*, dan kelompok kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) seperti dari bahan tanaman pati dan selulosa serta hewan seperti cangkang atau dari mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk mengakumulasi plastik yang berasal dari sumber tertentu seperti lumpur aktif atau limbah cair yang kaya akan bahan organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tersebut (Ummah, 2013: 21-22).

Menurut (Ummah, 2013: 22), plastik *biodegradable* dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan berpati atau berselulosa. Cara pembuatan *biodegradable plastic* yang berbasiskan pati antara lain:

- a. Mencampur pati dengan plastik konvensional (PE atau PP) dalam jumlah kecil (10- 20%)
- b. Mencampur pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL dalam komposisi yang sama (50%)
- c. Menggunakan proses ekstruksi untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti protein kedelai, gliserol, alginate, lignin dan sebagainya sebagai bahan *plasticizer*.

#### **H. Karakterisasi Plastik Biodegradabel**

Karakterisasi sifat bioplastik yang akan diaplikasikan untuk kemasan meliputi karakterisasi sifat ketahanan bioplastik terhadap air, kuat tarik, struktur morfologi dan fisiologi SEM (*scanning electron microscope*), FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dan uji biodegradabilitas.

### 1. Sifat Ketahanan Terhadap Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui prosentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji swelling, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air.

### 2. Uji kuat tarik

Kekuatan tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *bioplastik* tetap bertahan sebelum putus (sobek). Kekuatan tarik dan kemuluran *edible film* diuji dengan digital gauge HF 500. Nilai kekuatan tarik dibaca setelah penarikan sampel (Ningsih, 2015: 14).

Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tunjukkan pada Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3.** Sifat mekanik plastik sesuai SNI

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

### 3. Scanning Electron Microscopy (SEM)

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) memiliki fungsi untuk mengetahui morfologi permukaan sampel padat. Pada *Scanning Electron Microscopy* (SEM) gambar dibentuk oleh berkas elektron yang sangat halus yang difokuskan pada

permukaan material. Perbesaran dihasilkan dari perbandingan luas area sampel yang discan terhadap luas area layar monitor. Tujuan dari perbesaran yang lebih kecil adalah untuk mengetahui bentuk morfologi sampel secara global. Jika morfologinya menunjukkan keseragaman maka dapat dilakukan peningkatan perbesaran dengan men-scan berkas elektron terhadap luas permukaan sampel yang cukup sempit. Berdasarkan hal ini dapat diperoleh data-data morfologi yang dianggap dapat mewakili morfologi sampel secara keseluruhan (Yulianti, 2012: 4-5).

Komponen utama dari alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) terdiri dari tiga pasang lensa-lensa elektromagnetik yang berfungsi memfokuskan berkas elektron menjadi sebuah titik kecil, kemudian dua pasang *scan coil* discan dengan frekuensi variabel pada permukaan sampel. Semakin kecil berkas difokuskan semakin besar resolusi lateral yang dicapai. Kesalahan fisika pada lensa-lensa elektromagnetik berupa astigmatismus dikoreksi oleh perangkat stigmator. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) tidak memiliki sistem koreksi untuk kesalahan aberasi lainnya. Sumber elektron, biasanya berupa filamen dari bahan kawat tungsten atau berupa jarum dari paduan Lantanum Hexaboride LaB<sub>6</sub> atau Cerium Hexaboride CeB<sub>6</sub> yang dapat menyediakan berkas elektron yang teoretis memiliki energi tunggal (monokromatik). Imaging detector, yang berfungsi mengubah sinyal elektron menjadi gambar, sesuai jenis elektronnya, terdapat dua jenis detektor dalam *Scanning Electron Microscopy* (SEM) ini, yaitu detektor SE dan detektor BSE (Sujatno, 2015: 45-46).

#### **4. Karakterisasi *fourier transform infrared* (FT-IR)**

*Fourier transform infrared* (FT-IR) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi infra merah. Pada spektroskopi inframerah, radiasi inframerah

dilewatkan pada sampel. Sebagian radasi infra merah diserap oleh sampel dan sebagian lagi ditransmisikan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk sidik jari molekul dari suatu sampel. *Fourier transform infrared* (FT-IR) digunakan untuk mengidentifikasi material yang tidak diketahui, menentukan kualitas sampel dan menentukan banyaknya komponen dalam campuran (Erfan, 2012: 25-26).

Kegunaan dari spektrum inframerah adalah memberikan keterangan mengenai molekul. Serapan tiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C=C, C-C, C=N, dan sebagainya) hanya dapat diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan setiap tipe ikatan (Anggarini, 2013: 16).

Hampir semua senyawa, termasuk senyawa organik menyerap dalam daerah inframerah, agar senyawa bentuk padat dapat dianalisis pada daerah inframerah, maka senyawa tersebut harus dibuat film, dilebur, atau dilumatkan menjadi cairan yang kental (*mull*), di dispersikan dalam senyawa halida organik menjadi bentuk cakram atau pellet, atau dilarutkan dalam berbagai pelarut. Polimer organik dapat dibuat film diantara dua lempengan garam setelah dilarutkan dalam pelarut yang cocok (Anggarini, 2013: 17).

## **5. Uji biodegradable**

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik dilingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik), cahaya (fotodegradasi). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik. Pada penelitian ini uji

biodergradasi dilakukan pada kondisi aerobik dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat ditanah. Tingkat biodegradabilitas (kecepatan penguraian) dari plastik *biodegradable* yaitu 10 sampai 20 kali lebih cepat dibandingkan plastik sintetik yang butuh waktu ratusan tahun (Ummah, 2013: 34).





## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### ***A. Waktu dan Tempat Penelitian***

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2017 sampai bulan september 2017 yang bertempat di Laboratorium Anorganik, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Laboratorium Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar dan Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar.

#### ***B. Alat dan Bahan***

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan adalah FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), SEM (*scanning electron microscope*), alat kuat tarik (ASTM D638-02a-2002), *Shift Shaker* (*Retsch*), oven (*Mamert*), neraca analitis (*Kern*), *magnetic stirrer*, hot plate (*Maspion*), thermometer, gelas kimia, gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, cetakan *flexiglass*, corong, spatula kaca dan spatula besi.

##### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan yaitu aquades, gliserol, pati singkong dan seng oksida (ZnO).

#### ***C. Prosedur kerja***

Prosedur kerja pada penelitian ini, yaitu:

##### **1. Preparasi sampel**

Hal pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan sampel singkong yang akan diekstraksi untuk memperoleh patinya dimana singkong yang digunakan berupa jenis

singkong putih. Singkong tersebut kemudian dikupas dan dibersihkan dari kotoran yang menempel, kemudian dipotong kecil-kecil untuk mempermudah pada saat proses penghalusan menggunakan blender. Selanjutnya menghaluskan daging singkong dengan cara di blender sehingga diperoleh hasil berupa bubur singkong.

## **2. Ekstraksi pati**

Menambahkan air pada bahan yang telah dihaluskan dengan perbandingan 1 kg bahan : 2 liter air yang kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kain blacu sampai diperoleh ampas dan cairan (suspensi pati). Mengendapkan selama 12 jam cairan (suspensi pati) yang telah diperoleh, kemudian air hasil pengendapan dibuang sehingga diperoleh pati basah. Selanjutnya menyaring pati basah tersebut menggunakan kertas saring. Mengeringkan pati dengan cara di masukkan dalam oven dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit untuk mengurangi konsentrasi air bahan sehingga diperoleh produk yang kering. Kemudian menghaluskan pati yang telah kering dengan menggunakan mortal. Selanjutnya dilakukan pengayakan menggunakan siv shaker dengan ukuran 100 mesh. Setelah didapatkan matriks pati yang di inginkan, selanjutnya dilakukan pembuatan bioplastik (Erfan, 2012: 37).

## **3. Pembuatan bioplastik**

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan cara menimbang terlebih dahulu pati singkong masing-masing sebanyak 5 gram. Selanjutnya memasukkan seng oksida (ZnO) dengan variasi masing-masing 6%, 9% dan 12% dan gliserol 15%, 25% dan 35% kedalam masing-masing gelas kimia 250 mL yang berisi aquades dengan volume 100 mL. Kemudian menghomogenkan larutan yang berisi campuran seng oksida (ZnO), gliserol dan aquades dengan menggunakan magnetik stirrer selama 15

menit. Selanjutnya menambahkan pati singkong sebanyak 5 gram pada masing-masing gelas kimia yang berisi campuran ZnO, gliserol dan aquades sambil dilakukan pengadukan. Kemudian memanaskan gelas kimia yang berisi campuran larutan pada hot plate selama 40 menit sambil di dilakukan pengadukan dengan suhu 80-90°C. Kemudian menuang larutan tersebut pada cetakan *flexiglass* berukuran 20 x 20 cm yang selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 50-60° C selama 5 jam. Mengeluarkan campuran dari oven, lalu membiarkannya dalam suhu kamar hingga campuran dapat dilepaskan dari cetakan (Erfan, 2012: 38).

#### **4. Uji kekuatan tarik bioplastik**

Kekuatan tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai sampel bioplastik tetap bertahan sebelum putus (sobek). Kekuatan tarik sampel bioplastik diuji dengan alat kuat tarik menggunakan metode ASTM D638-02a-2002. Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 8 x 3 cm kemudian sampel bioplastik dijepit 1,5 cm dikedua sisi panjangnya. Nilai kekuatan tarik dibaca setelah penarikan sampel (Ningsih, 2015: 13-14).

#### **5. Uji ketahanan bioplastik terhadap air**

Prosedur uji ketahanan bioplastik terhadap air yaitu berat awal sampel yang akan diuji ditimbang ( $W_0$ ). Kemudian isi satu gelas kimia dengan aquades. Letakkan sampel plastik ke dalam wadah tersebut. Setelah 20 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel ( $W$ ) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel ke dalam wadah tersebut, angkat sampel tiap 20 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan dan menghitung presentase air yang diserap film plastik tersebut (Ummah, 2013: 47).

## **6. Analisis dengan FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)**

Spektrum FT-IR dari bioplastik pati singkong dan ZnO dianalisis dengan menggunakan alat FT-IR. Analisis FT-IR dari bioplastik digunakan untuk mengidentifikasi interaksi ZnO sebagai penguat terhadap pati singkong sebagai matriksnya. Sampel dipotong dengan ukuran 2 x 3 cm, kemudian meletakkan sampel pada karbon tape. Selanjutnya menganalisis menggunakan alat FT-IR.

## **7. Analisis dengan SEM (*scanning electron microscopy*)**

Struktur morfologi bioplastik dianalisis menggunakan SEM (*scanning electron microscopy*). Sampel dipotong dengan ukuran yang kecil dan diletakkan pada karbon tape. Setelah itu sampel tersebut di *coating* menggunakan platina. Kemudian dianalisis menggunakan SEM (*scanning electron microscopy*).

## **8. Uji biodegradabilitas bioplastik**

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sampel film plastik sampai mengalami degradasi. Uji biodegradabilitas yang dipilih yaitu mengendalikan mikroorganisme tanah sebagai pembantu proses degradasi atau yang disebut dengan teknik *soil burial test*. Sampel berukuran 3 x 2 cm ditempatkan dan ditanam dalam pot yang telah terisi tanah, sampel dibiarkan terkena udara terbuka. Pengamatan dan penimbangan terhadap sampel dilakukan dalam rentang waktu tiga hari sekali selama sembilan hari (Ummah, 2013: 50).

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### ***A. Hasil penelitian***

##### **1. Ekstraksi pati**

Sampel singkong halus dicampurkan dengan aquades kemudian disaring dan dilakukan pengendapan selama 12 jam sehingga diperoleh hasil pengendapan terbentuk dua fase yaitu fase cair dan fase padat. Fase padat yang terbentuk berupa pati basah kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70° C sehingga diperoleh pati kering.

##### **2. Pembuatan bioplastik**

Plastik *biodegradable* dibuat dengan pencampuran seng oksida (ZnO) dan gliserol dengan berat pati masing-masing 5 gram dalam 100 mL aquades, dimana hasil yang diperoleh dari berbagai komposisi berupa lembaran plastik yang berwarna putih.

##### **3. Karakterisasi plastik biodegradable**

###### **a. Uji kekuatan tarik bioplastik**

Plastik biodegradable yang telah dibuat kemudian diuji kekuatan tariknya menggunakan alat kuat tarik menggunakan metode ASTM D638-02a-2002. Hasil uji kuat tarik ditunjukkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Hasil uji kuat tarik plastik biodegradable dengan 5 gram pati

No.	Seng oksida (%)	Gliserol (%)	Kuat tarik (N/mm <sup>2</sup> )
		15	4,704
1.	6	25	1,689
		35	0,806
		15	4,418
2.	9	25	1,340
		35	0,836
		15	3,276
3.	12	25	0,984
		35	0,834

Tabel 4.1 menunjukkan hasil kuat tarik terbaik yaitu pada sampel I dengan komposisi seng oksida (ZnO) 6% dan gliserol 15% dengan kekuatan tarik 4,704 N/mm<sup>2</sup>.

#### b. Uji ketahanan terhadap air

Uji ketahanan terhadap air dilakukan pada tiga sampel yang terbaik dari hasil uji kuat tarik. Hasil uji ketahanan terhadap air ditunjukkan pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Hasil uji ketahanan terhadap air plastik biodegradabel dengan 5 gram pati

No.	Seng oksida (%)	Gliserol (%)	Persen ketahanan air (%)
1.	6		80,33
2.	9	15	61,97
3.	12		68,52



Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji ketahan terhadap air terbaik yaitu pada sampel I dengan komposisi seng oksida (ZnO) 6% dan gliserol 15% dengan persen ketahanan air sebesar 80,33%.

### c. Analisis FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Analisis FT-IR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus-gugus yang terdapat pada sampel plastik *biodegradable*. Hasil uji FT-IR ditunjukkan pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Hasil analisis FT-IR plasti biodegradabel dengan berat patin 5 gram

No.	Bilangan gelombang (cm <sup>1</sup> )	Gugus fungsi	Bioplastik
1.	3590-3650	Ikatan H dari OH	Ada
2.	2090-2260	Alkuna C≡C	Ada
3.	1610-1680	C=O	Ada

Tabel 4.3 menunjukkan hasil analisis FT-IR pada bilangan gelombang 3590-3650 berupa ikatan H, bilangan gelombang 2090-2260 berupa alkuna dan bilangan gelombang 1610-1680 berupa ikatan C=O.

### d. Analisis SEM (*scanning electron microscopy*)

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan sampel plastik *biodegradable* dimana diperoleh hasil analisis menunjukkan adanya gumpalan putih pada plastik.

### e. Uji biodegradabilitas bioplastik

Uji biodegradabilitas bioplastik dilakukan pada tiga sampel yang terbaik dari hasil uji kuat tarik. Hasil uji biodegradabilitas bioplastik ditunjukkan pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Hasil uji biodegradabilitas bioplastik dengan berat pati 5 gram

No.	Seng oksida (%)	Gliserol (%)	Berat sampel (gram)			
			Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9
1.	6		0,4726	0,3895	0,3153	0,2707
2.	9	15	0,3509	0,3093	0,2689	0,1686
3.	12		0,2964	0,2430	0,2165	0,1605

Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji biodegradabilitas bioplastik yang dilakukan selama 9 hari mengalami perubahan bobot bioplastik dari hari kehari semakin menurun.

## **B. Pembahasan**

Pada persiapan bahan dilakukan ekstraksi pati singkong jenis singkong putih. Singkong ini digunakan karena singkong memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, selain itu singkong juga mudah ditemukan dan tersedia melimpah diberbagai daerah di Indonesia.

### **1. Ekstraksi pati**

Pada proses pembuatan digunakan singkong sebanyak 5 kg yang kemudian diblender hingga halus. Singkong yang telah halus kemudian di campurkan dengan aquades ( $H_2O$ ). hasil campuran tersebut di endapkan selama 12 jam fungsi dari pengendapan ini agar campuran dapat terpisah antara fase cair dan fase padatnya sehingga patih basah yang terendapkan dapat lebih mudah untuk diambil. Proses pengeringan dilakukan dengan cara dioven pada suhu  $70^{\circ} C$  selama 30 menit untuk mengurangi konsentrasi air bahan sehingga diperoleh produk yang kering. Kemudian menghaluskan pati yang telah kering dengan menggunakan mortal dan di lakukan

pengayakan menggunakan siv shaker dengan ukuran 100 mesh sehingga diperoleh produk pati kering.

## **2. Pembuatan bioplastik**

Pada tahap ini dilakukan pembuatan bioplastik dengan berbagai konsentrasi untuk mengetahui konsentrasi optimum dari bahan yang digunakan. Konsentrasi optimum dapat diketahui dengan melakukan variasi konsentrasi seng oksida (ZnO) sebagai penguat dan gliserol sebagai pemelastis. Adapun variasi konsentrasi masing-masing adalah sebagai berikut.

Pada pembuatan bioplastik dengan variasi bioplastik dengan konsentrasi 6% seng oksida (ZnO), 15 % gliserol, 5 gram pati dan 100 mL aquades diperoleh hasil bioplastik yang berwarna putih transparan dan tidak terdapat gelembung sebelum dilakukan pengeringan dalam oven. Setelah bioplastik kering terdapat sedikit gelembung dan tidak mudah untuk dilepaskan dari cetakan hal ini disebabkan karena sifat pati yang lengket. Plastik yang dihasilkan pada konsentrasi ini bersifat kaku dan kuat.

Pada pembuatan bioplastik dengan variasi bioplastik dengan konsentrasi 6% seng oksida (ZnO), 25% gliserol, 5 gram pati dan 100 mL aquades diperoleh hasil bioplastik yang berwarna putih transparan dan tidak terdapat gelembung sebelum dilakukan pengeringan dalam oven. Setelah bioplastik kering terdapat sedikit gelembung dan tidak mudah untuk dilepaskan dari cetakan hal ini disebabkan karena sifat pati yang lengket. Plastik yang dihasilkan pada konsentrasi ini bersifat sedikit kaku dan kuat.

Pada pembuatan bioplastik dengan variasi bioplastik dengan konsentrasi 6% seng oksida (ZnO), 35 % gliserol, 5 gram pati dan 100 mL aquades diperoleh hasil

bioplastik yang berwarna putih transparan dan tidak terdapat gelembung sebelum dilakukan pengeringan dalam oven. Setelah bioplastik kering terdapat sedikit gelembung dan tidak mudah untuk dilepaskan dari cetakan hal ini disebabkan karena sifat pati yang lengket. Plastik yang dihasilkan pada konsentrasi ini bersifat lentur dan lebih putih. Hasil yang diperoleh pada komposisi bahan yang lainnya tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh pada komposisi awal perlakuan.

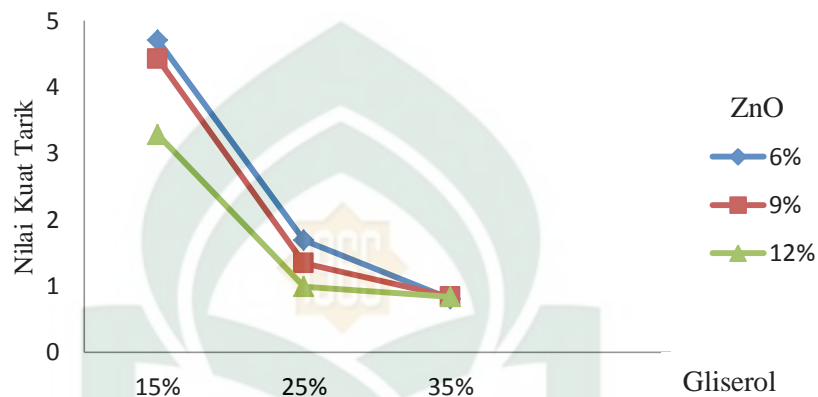
### **3. Karakterisasi plastik biodegradable**

Karakterisasi sifat bioplastik yang akan diaplikasikan untuk kemasan meliputi karakterisasi kuat tarik, sifat ketahanan bioplastik terhadap air, FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), struktur morfologi dan fisiologi SEM (*scanning electron microscope*) dan uji biodegradabilitas.

#### **a. Uji kekuatan tarik bioplastik**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik bioplastik berbahan dasar singkong pada konsentrasi seng oksida (ZnO) dan gliserol yang berbeda-beda. Perubahan konsentrasi seng oksida (ZnO) dan gliserol dapat menyebabkan perubahan pada sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan. Sifat mekanik film plastik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik yaitu pati, gliserol dan seng oksida (ZnO). Gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat elastis pada bioplastik yang dihasilkan sedangkan seng oksida (ZnO) menyebabkan plastik menjadi lebih kuat. Bioplastik berbahan pati saja sebenarnya sudah bersifat lebih elastis namun memiliki kekuatan tarik dan persen elongasi yang rendah (Anggarini, 2013).

Pengujian kuat tarik dilakukan di BBIHP (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan) yang menggunakan standar pengujian ASTM D638-02a-2002. Sampel yang di analisis menggunakan ukuran 8 x 3 cm. Hasil uji kuat tarik ditunjukkan pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Hasil uji kekutan tarik

Pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa hasil uji kekuatan tarik dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi seng oksida (ZnO) dan konsentrasi gliserol dengan matriks pati singkong. Pada konsentrasi seng oksida (ZnO) 6% dan konsentrasi gliserol 15% diperoleh hasil kekuatan tarik sebesar 4,704 N/mm<sup>2</sup>, peningkatan konsentrasi gliserol sebesar 25% menyebabkan penurunan sifat kuat tarik yaitu sebesar 1,689 N/mm<sup>2</sup> dan gliserol 35% mengalami penurunan sifat kuat tarik yaitu sebesar 0,806 N/mm<sup>2</sup>. Begitupun dengan konsentrasi seng oksida (ZnO) 9% dan konsentrasi seng oksida (ZnO) 12% dengan peningkatan konsentrasi gliserol menyebabkan penurunan sifat kuat tarik.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi seng oksida (ZnO) tidak terlalu berpengaruh terhadap sifat kekuatan tarik bioplastik hal ini ditunjukkan dari hasil uji dimana data yang diperoleh memiliki hasil yang tidak jauh

berbeda dari setiap konsentrasi. Berbeda halnya dengan peningkatan konsentrasi gliserol dimana hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol menyebabkan penurunan kualitas kekuatan tarik dari bioplastik hal ini ditunjukkan pada tabel 4.1.

Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ningsih (2015:23), dimana peningkatan konsentrasi gliserol menyebabkan penurunan kekuatan tarik dari bioplastik dimana dalam penelitiannya dijelaskan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan konsentrasi gliserol 10% dengan konsentrasi 30%, 40% dan 50% terhadap kekuatan tarik, demikian juga antara konsentrasi gliserol 20% berbeda dengan konsentrasi 30%, 40% dan 50%. Perbedaan nyata juga terdapat antara konsentrasi gliserol 30% dengan 10%, 20% dan 50%. Konsentrasi gliserol 40% tidak berbeda dengan konsentrasi gliserol 50% terhadap kekuatan tarik. Dimana Rata-rata kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan dengan perlakuan konsentrasi gliserol adalah antara 9,4 - 4,9 N, ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gliserol yang tinggi dari setiap perlakuan menurunkan kekuatan tarik. Hal ini disebabkan karena gliserol memiliki berat molekul rendah yaitu 92,09 sehingga mudah masuk ke dalam rantai polimer polisakarida dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik kemudian menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya yang menyebabkan peningkatan ruang molekul polimer.

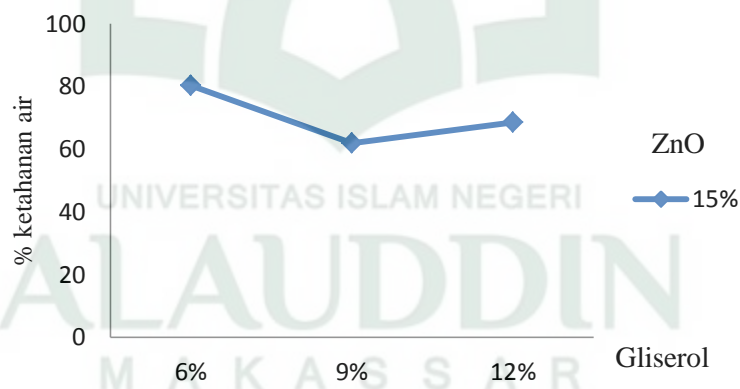
#### **b. Uji ketahanan bioplastik terhadap air**

Uji ketahanan bioplastik terhadap air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Pada plastik *biodegradable* yang dihasilkan diharapkan air yang terserap pada plastik sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah.



Anggarini (2013:35), menyatakan bahwa sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekul penyusunnya. Bahan pati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat hidrofilik. Penambahan gliserol juga menambah sifat hidrofilik plastik yang dibuat, sehingga semakin besar konsentrasi gliserol yang ditambahkan semakin banyak pula air yang diserap oleh plastik, namun dengan penambahan penguat seng oksida (ZnO) dengan sifatnya yang nonpolar dan sukar larut dalam air menyebabkan plastik yang dihasilkan menjadi bersifat hidrofobik.

Pengujian ketahanan bioplastik terhadap air dilakukan pada sampel bioplastik dengan ukuran 2x3 cm dimana terdiri dari sampel I, sampel II dan sampel III. Ketiga sampel tersebut di uji ketahanannya terhadap air dengan cara dicelupkan dalam aquades secara berulang setiap 2 menit sampai diperoleh bobot konstan. Hasil pengukuran uji ketahan air dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



**Gambar 4.2** hasil uji ketahanan bioplastik terhadap air

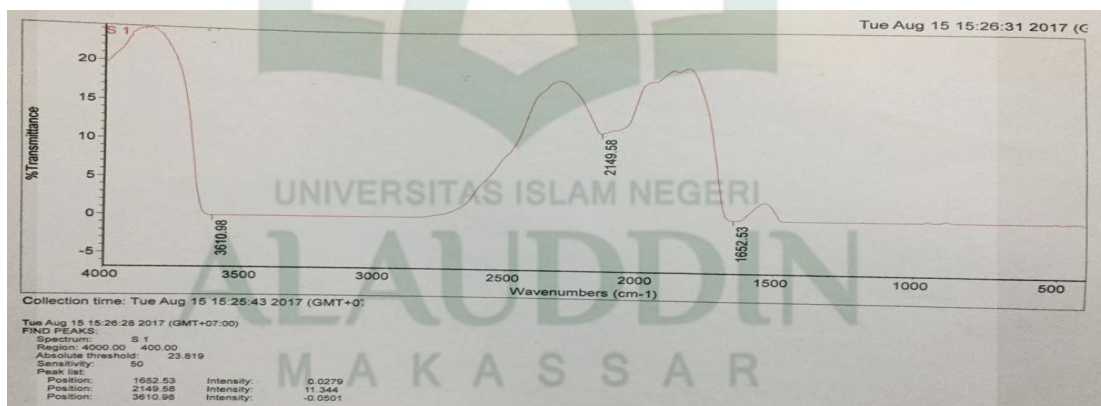
Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan masing-masing sampel yaitu pada sampel I (80,33 %), sampel II (61,97 %) dan sampel III (68,52 %). Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa ketahanan bioplastik terhadap air yang paling baik yaitu pada sampel I hal ini ditunjukkan dari data perhitungan yang mencapai

persen ketahan air sebesar 80,33 %. Hasil yang diperoleh jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aggarini (2013), dimana hasil uji ketahan air yang diperoleh yaitu 70,06 – 79,02 %.

### c. Analisis FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

*Fourier transform infrared* (FT-IR) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi infra merah. Pada spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi infra merah diserap oleh sampel dan sebagian lagi ditransmisikan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk sidik jari molekul dari suatu sampel (Erfan, 2012: 25-26).

Hasil analisis menggunakan *Fourier transform infrared* (FT-IR) dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut.



**Gambar 4.3.** Hasil analisis *Fourier transform infrared* (FT-IR)

Analisis *Fourier transform infrared* (FT-IR) dari bioplastik digunakan untuk mengidentifikasi interaksi seng oksida (ZnO) sebagai penguat terhadap pati singkong sebagai matriksnya. Gambar 4.1 menunjukkan data hasil analisis pada panjang gelombang  $3610.98 \text{ cm}^{-1}$  merupakan regangan gugus OH. Pada panjang

gelombang  $2149.58 \text{ cm}^{-1}$  merupakan regangan gugus alkuna. Pada panjang gelombang  $1652.53 \text{ cm}^{-1}$  merupakan regangan gugus C=O karbonil.

Anggarini (2013:40) menyatakan, bahwa adanya gugus fungsi C=O karbonil pada plastik yang disintesis mengindikasikan plastik tersebut memiliki kemampuan biodegradabilitas. Hal ini disebabkan karena C=O karbonil merupakan gugus-gugus yang bersifat hidrofilik. Kemampuan gugus tersebut dalam mengikat molekul-molekul air yang berasal dari lingkungan mengakibatkan mikroorganisme yang dapat memasuki matriks plastik juga semakin banyak seiring dengan semakin tingginya intensitas gugus-gugus yang bersifat hidrofilik.

Analisis inframerah digunakan untuk mengkonfirmasi struktur di setiap tahap persiapan komposit polystirena-pati. Perbandingan spektrum untuk stirena dan Polystirena murni menunjukkan bahwa puncaknya karena alkena kelompok C = C pada kisaran  $1640-1670 \text{ cm}^{-1}$  untuk stirena telah hilang dalam spektrum untuk Polystirena murni mengkonfirmasi polimerisasi yang lengkap. Hasil menunjukkan penugasan puncak untuk stirena dan polystirena. Meskipun spektrum FT-IR diperoleh untuk semua sampel yang dibuat, hanya sedikit spektrum dengan persentase yang bervariasi pati serta berbagai ukuran partikel. Perbandingan spektrum polystirena-pati komposit dengan spektrum polistiren murni menunjukkan bahwa puncak karakteristik untuk polystirena terjadi pada frekuensi hampir sama di semua komposit. Selain puncak ini, dapat diketahui dengan jelas bahwa puncak gugus -O-H dari 2, 3, dan 6 posisi pati, hadir pada kisaran  $3200-3600 \text{ cm}^{-1}$ . Pengamatan ini dengan jelas mengkonfirmasi bahwa dalam prosedur polimerisasi untuk menyiapkan komposit, struktur dari polystirena dan pati tetap tidak berubah. Hal ini juga menunjukkan bahwa tidak ada ikatan kimia yang terbentuk di antara keduanya matriks polystirena

dan pati. Sebaliknya pengisi pati hanya terikat secara fisik dengan polystirena (Chandima, 2015: 68)

#### **d. Analisis SEM (*scanning electron microscopy*)**

Analisis menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) bertujuan untuk melihat struktur morfologi dari permukaan sampel dari bioplastik dan memeriksa aglomerasi penguat seng oksida (ZnO) dalam matriks (Erfan, 2012: 67).

Hasil analisis menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



**Gambar 4.4** Hasil SEM perbesaran 1.00 kali – 5.00 kali

Pada Gambar 4.4 hasil analisis *scanning electron microscopy* (SEM) dengan perbesaran 1.00 – 5.00 kali terdapat titik-titik putih yang merupakan partikel dari seng oksida (ZnO) hal ini menunjukkan bahwa partikel seng oksida (ZnO) mengalami aglomerasi mengelompok sehingga menyebabkan distribusi seng oksida (ZnO) dalam matriks tidak tersebar secara merata. Persebaran yang tidak merata ini dapat disebabkan beberapa faktor diantaranya pemanasan yang tidak sempurna maupun pengadukan yang tidak merata. Namun beda halnya dengan partikel pati yang tidak terlihat lagi hal ini dikarenakan pati larut sempurna.

Hasil penelitian Wang Ning (2009), dalam skripsi Nugroho (2012) menunjukkan hasil SEM yang hampir merata persebaran bahan pengisinya berupa clay. Hal ini dapat dijelaskan karena penelitian ini mampu mencapai suhu yang sangat tinggi dimana suhu berkisar  $130^{\circ}$  C selama proses pemanasan dan pengadukan. Suhu ini yang akan memecah ikatan hidrogen pati kentang sehingga menghasilkan distribusi partikel clay yang baik.

Hasil penelitian Mollah, Dkk (2016), menunjukkan hasil analisis SEM Pada perbesaran sangat tinggi dari 7500 kali sampai 40.000 kali menunjukkan permukaan film terlihat jauh lebih baik. Pada perbesaran 40.000 kali film ini terlihat sangat jelas dan menunjukkan lebih banyak homogenitas. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa permukaan film homogen muncul menggunakan tiga bahan alami, dua biopolimer (chitosan dan pati) dan satu resin alami (*acacia catechu*) dicampur secara homogen dan membuat bio-blend yang baik untuk pembuatan film biodegradable untuk kemasan makanan.

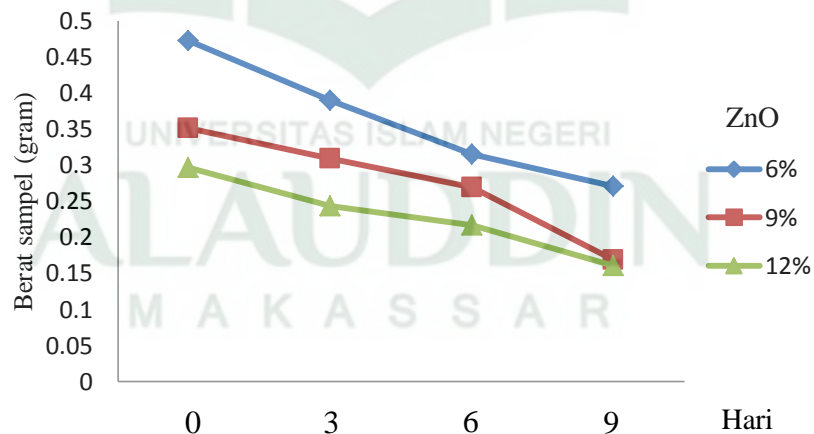
#### **e. Uji biodegradabilitas bioplastik**

Dalam mengetahui kecepatan penguraian dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan maka dilakukan pengujian laju kecepatan penguraian plastik *biodegradable* dengan metode *soil burial test* dengan berbagai variasi agar dapat diketahui berapa lama sampel tersebut akan terurai oleh mikroorganisme dalam tanah. Dimana pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengubur sampel di dalam tanah yang memiliki kadar ke asaman tanah pada pH 6 kemudian menghitung fraksi berat residual dari sampel dalam tiap satuan waktu (gram/hari) (Nugroho, 2012: 91).

Pengujian biodegradabilitas dilakukan pada sampel bioplastik dengan ukuran 2x3 cm yang terdiri dari sampel I, sampel II dan sampel III. Ketiga sampel

tersebut di uji kecepatan penguraiannya dengan cara dikuburkan dalam tanah selama 9 hari dimana sampel tersebut dikontrol beratnya dalam 3 hari sekali. Berat awal sampel masing-masing yaitu sampel I (0,47 gram), sampel II (0,35 gram) dan sampel III (0,29 gram).

Hasil pengukuran berat sampel pada hari ke-3 masing-masing yaitu 0,38 gram, 0,30 gram dan 0,24 gram. Hasil pengukuran berat sampel pada hari ke-6 masing-masing diperoleh 0,31 gram, 0,26 gram dan 0,21 gram. Hasil pengukuran berat sampel pada hari ke-9 masing-masing diperoleh 0,27 gram, 0,16 gram dan 0,16 gram. Pada hari ke-3 sampai hari ke-9 sampel terus mengalami penurunan bobot, ini dikarenakan sampel telah mengalami degradasi sebagian hal ini ditandai dengan perubahan bentuk dari lembaran plastik yang utuh berubah menjadi plastik yang hancur sebagian pada hari ke-9. Hasil pengukuran kecepatan penguraian dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.5.** Hasil uji bodegradabilitas plastik biodegradable

Berdasarkan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa plastik biodegradable mengalami penguraian hal ini ditandai dengan adanya



penurunan massa pada sampel dari hari ke hari. Grafik 4.5 tersebut menunjukkan bahwa pada hari ke-3 sampai hari ke-9 sampel mengalami penurunan massa yang sangat signifikan. Dari hasil menunjukkan bahwa kecepatan penguraian plastik biodegradable paling cepat yaitu pada sampel II dimana pada sampel II di penimbangan hari ke-3 menuju hari ke-6 mengalami penurunan massa yang sangat drastis. Dari data pada tabel 4.4 tersebut diperoleh hasil perhitungan kecepatan penguraian masing-masing sampel yaitu pada sampel I (68,79%) dengan waktu degradasi 13 hari, pada sampel II (70,94%) dengan waktu degradasi 12 hari dan pada sampel III (69,71%) dengan waktu degradasi 13 hari. Hasil yang diperoleh lebih baik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Erfan (2012), dimana hasil uji biodegradabilitas yang diperoleh yaitu 61,54 – 65,64 % dengan nilai rata-rata yang diperoleh 62,89 %.

Berdasarkan hasil penelitian kecepatan penguraian plastik yang di peroleh dalam penelitian ini dapat mengatasi permasalahan plastik sintetik yang ditimbulkan dewasa ini. Dengan adanya plastik ramah lingkungan permasalahan kebersihan lingkungan dapat diatasi hal ini dikarenakan sifat plastik biodegradabel yang akan habis terurai apa bila dikuburkan dalam tanah.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian ini yaitu kondisi optimum plastik biodegradabel dari singkong dengan penambahan penguat logam seng oksida (ZnO) dan *plasticizer* gliserol terhadap sifat fisik plastik biodegradabel terbaik pada sampel I dengan komposisi seng oksida (ZnO) 6%, gliserol 15% dan pati 5 gram dengan nilai kuat tarik tertinggi yaitu  $4,704 \text{ N/mm}^2$ , hidrofobisitas 80,33% dan biodegradabilitas dari plastik diperoleh kondisi optimum pada sampel II dengan komposisi seng oksida (ZnO) 9%, gliserol 15% dan pati 5 gram sebesar 70,94% dengan waktu degradasi 12 hari.

#### **B. Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya sebaiknya perlu adanya pengembangan penelitian plastik biodegradabel dari segi bentuk dan warna serta meningkatkan sifat hidrofobisitas plastik yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an al Karim.

Anggarini, Fetty. "Aplikasi *Plasticizer* Gliserol Pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* Dari Biji Nangka". *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, 2013.

Anita, Dkk." Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong". *Jurnal Teknik Kimia USU* 2, no. 2 (2013): h. 37-41.

Cowd, M.A. *Kimia Polimer*. Bandung: ITB, 1991.

Chandima and Jayasuriya. Synthesis and characterization of biodegradable polymeric composites using locally available starch derivative. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*. 2 no. 9 (2015): h 65-76.

Darni Y. dan Herti Utami. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* 7, no. 4 (2010): h. 88-93.

Erfan, Ahmad."Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Kitosan". *Skripsi*. Jakarta: Teknik Kimia UI, 2012.

Fessenden. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga, 1986.

Hamka. *Tafsir Al-Azhar*. Jakarta: Pustaka panjimas, 1982.

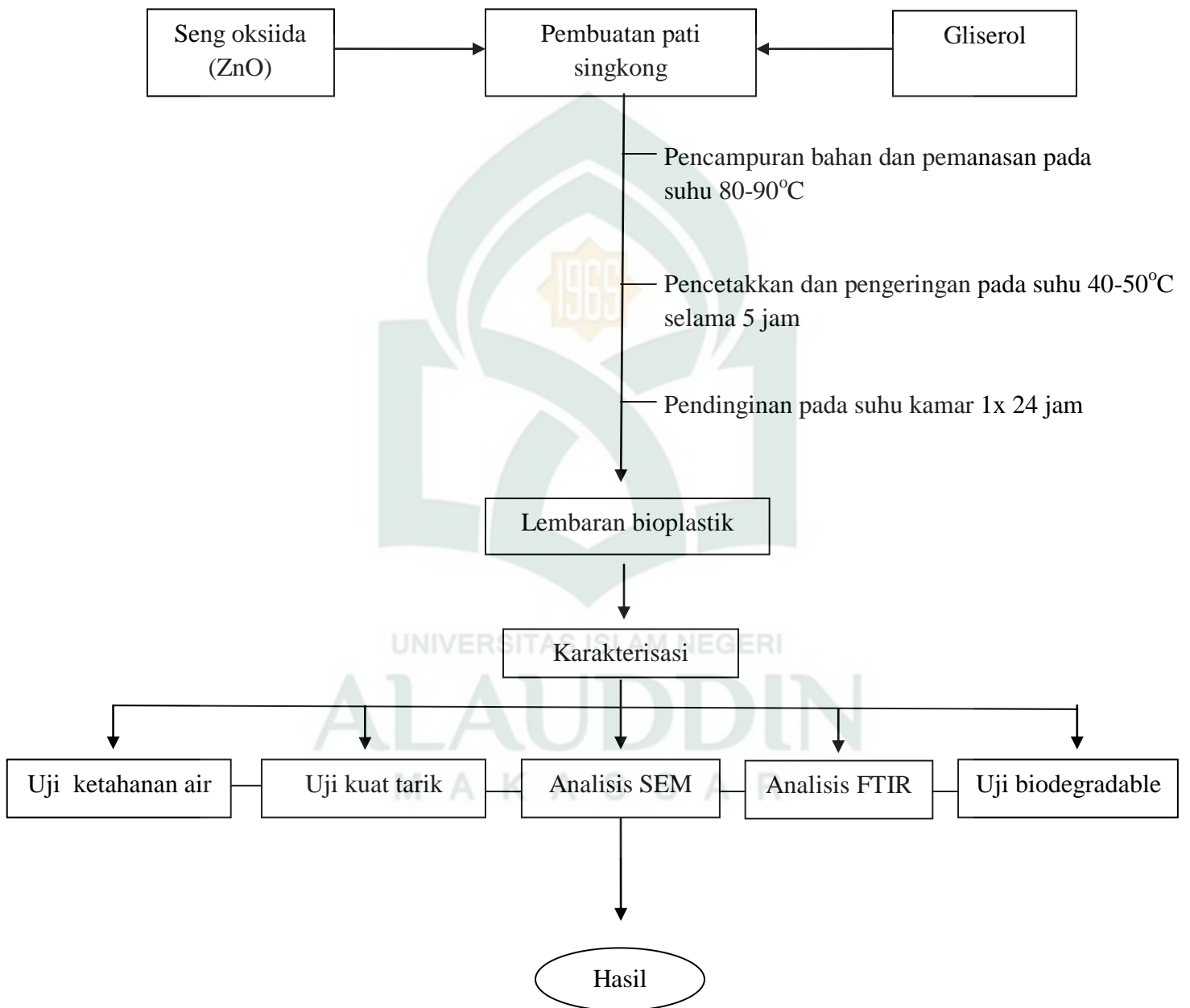
Kholis, Ach. "Pemanfaatan Onggok Singkong sebagai Plastik Ramah Lingkungan dengan *Plasticizer* Gliserol". *Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2012.

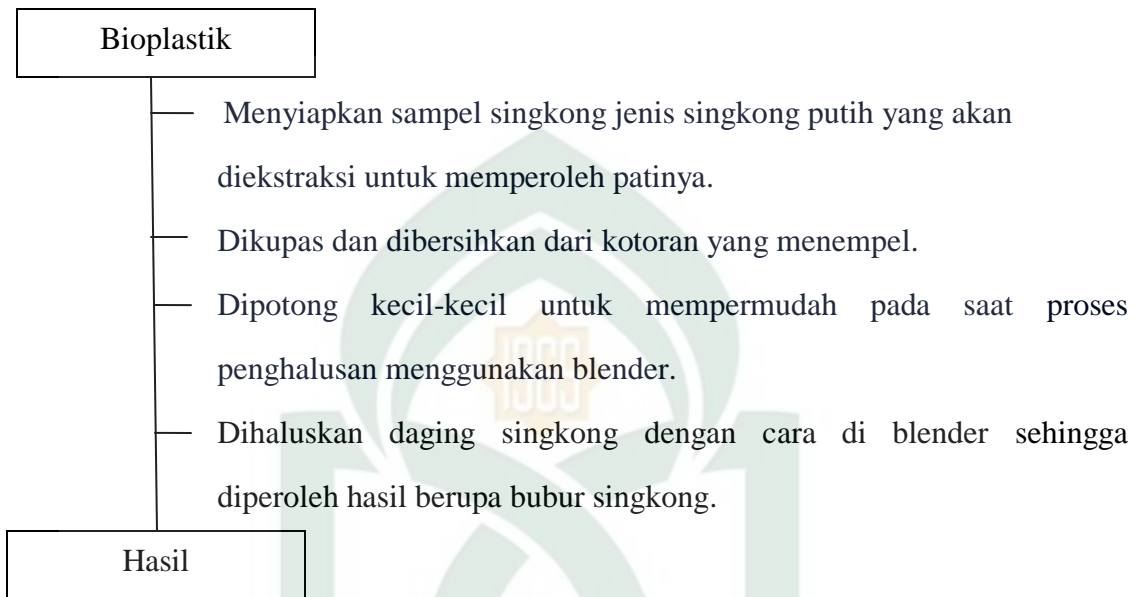
Mollah, dkk. Biodegradable Colour Polymeric Film (Starch-Chitosan) Development: Characterization for Packaging Materials. *Open Journal of Organic Polymer Materials*, 6 (2016): h 11-24.

Ningsih, Sri hastuti." Pengaruh *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik *Edible film* Campuran Whey dan Agar". *Skripsi*. Makassar: UNHAS, 2015.

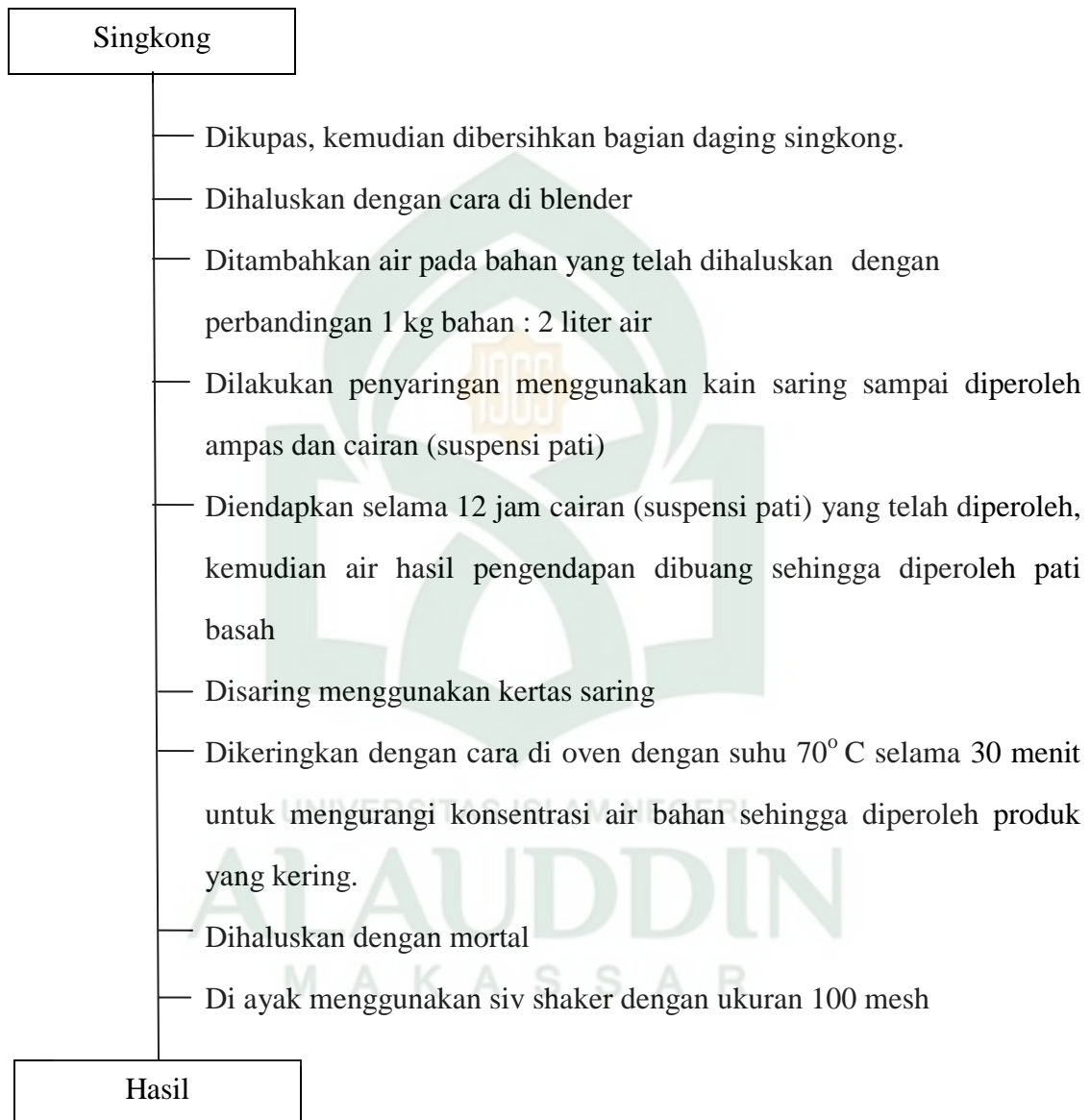
Nolan-ITU. Biodegradable Plastics –Developments and Environmental Impacts. *Journal Prepared in association with ExcelPlas Australia* 3111, no. 01 (2002): h 29-52.

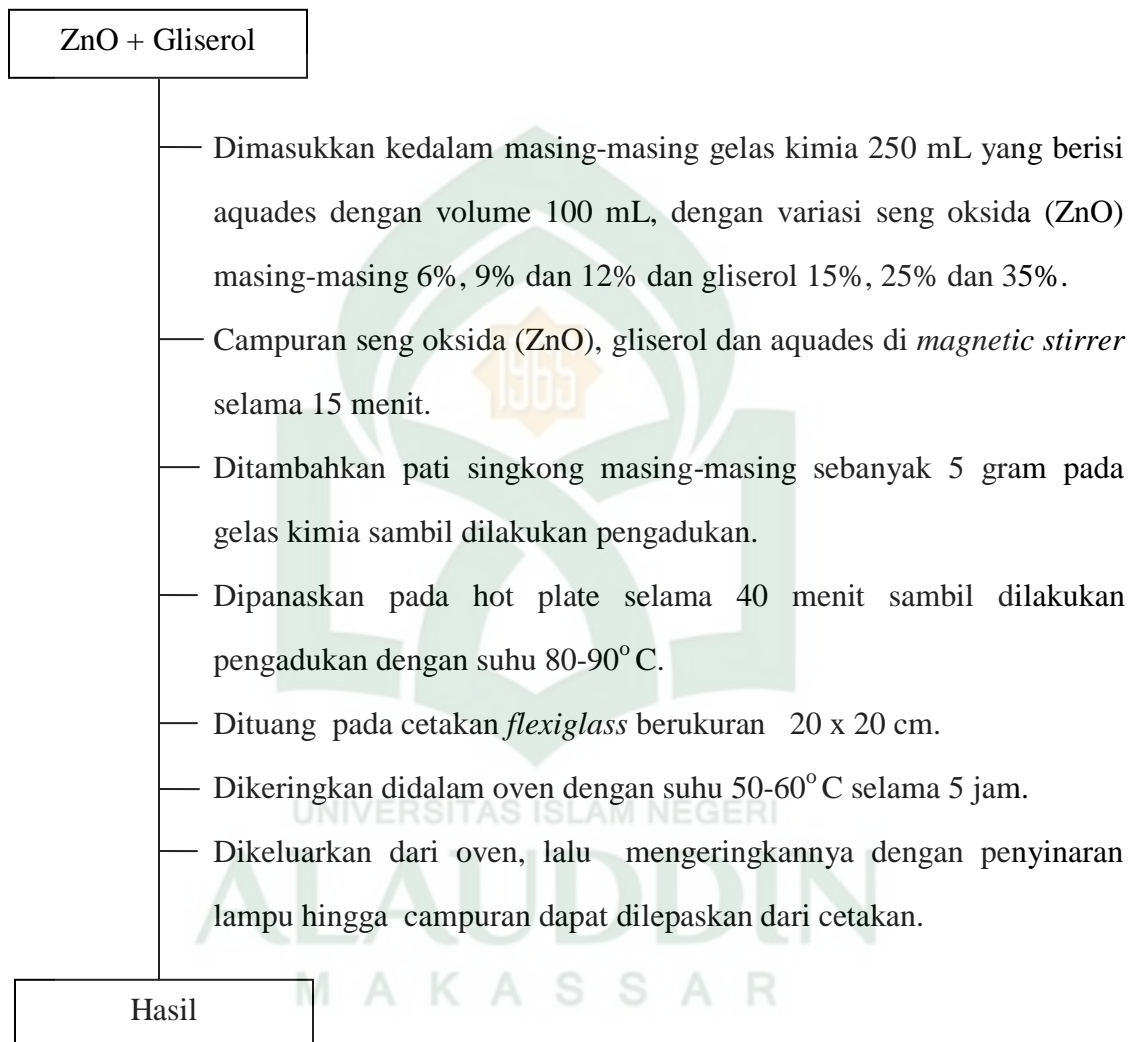
- Nugroho, Adityo Fajar. "Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Clay". *Skripsi*. Jakarta: Teknik Kimia UI, 2012.
- Nurseha, Danny."Pengaruh Penambahan *Plasticizer* sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong".*Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2012.
- Romadloniyah, Fathma. "Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Onggok Singkong Dengan *Plasticizer* Sorbitol".*Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2012.
- Rumayar, Dkk."Formulasi Dan Uji Krim Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot Esculenta*) Terhadap Luka Bakar Pada Kelinci (*Oryctolagus Cuniculus*)". *Program Studi Farmasi FMIPA UNSRAT 95115* (2012): h. 14-19.
- Sabri, Sadiq. *Tafsir Lingkungan Hidup dan Kesehatan*. Makassar: Alauddin-Press, 2013.
- Sari, Ita Indriana. " Pemanfaatan Tepung Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) untuk Pembuatan Plastik Ramah Lingkungan (*Biodegradable*) dengan Penambahan Gliserol dari Minyak Jelantah". *Naskah Publikasi*. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- Stevens, Malcolm. *Kimia Polimer*. Jakarta: Pradnya Pratama, 2001.
- Suharsono, Edy."Preparasi dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Tapioka dan Pektin Kulit Pisang dengan Variasi *Plasticizer* Gliserol". *Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2012.
- Sujatno, Dkk. "Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium". *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* 9, no 2 (2015): h. 44-50.
- Ummah, Nathiqo Al. "Uji Ketahanan *Biodegradable Plastic* Berbasis Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya". *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2013.
- Wahyu, Maulana Karnawidjaja."Pemanfaatan Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Film". *Fakultas Teknologi Industri Pertanian* (2009): h. 1-30.
- Yulianti, Cicik Herlina."Sintesis Dan Karakterisasi Kristal Nano ZnO". *Jurnal Teknik* 4, no. 2 (2012), h. 1-5.
- Yulianti dan Ginting." Perbedaan Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Umbi-umbian yang Dibuat dengan Penambahan *Plasticizer*". *Balai penelitian*. 31, no. 2 (2012): h. 131-136.

**Lampiran 1. Skema pembuatan plastik *Biodegradable***

**Lampiran 2. Diagram alir preparasi sampel**

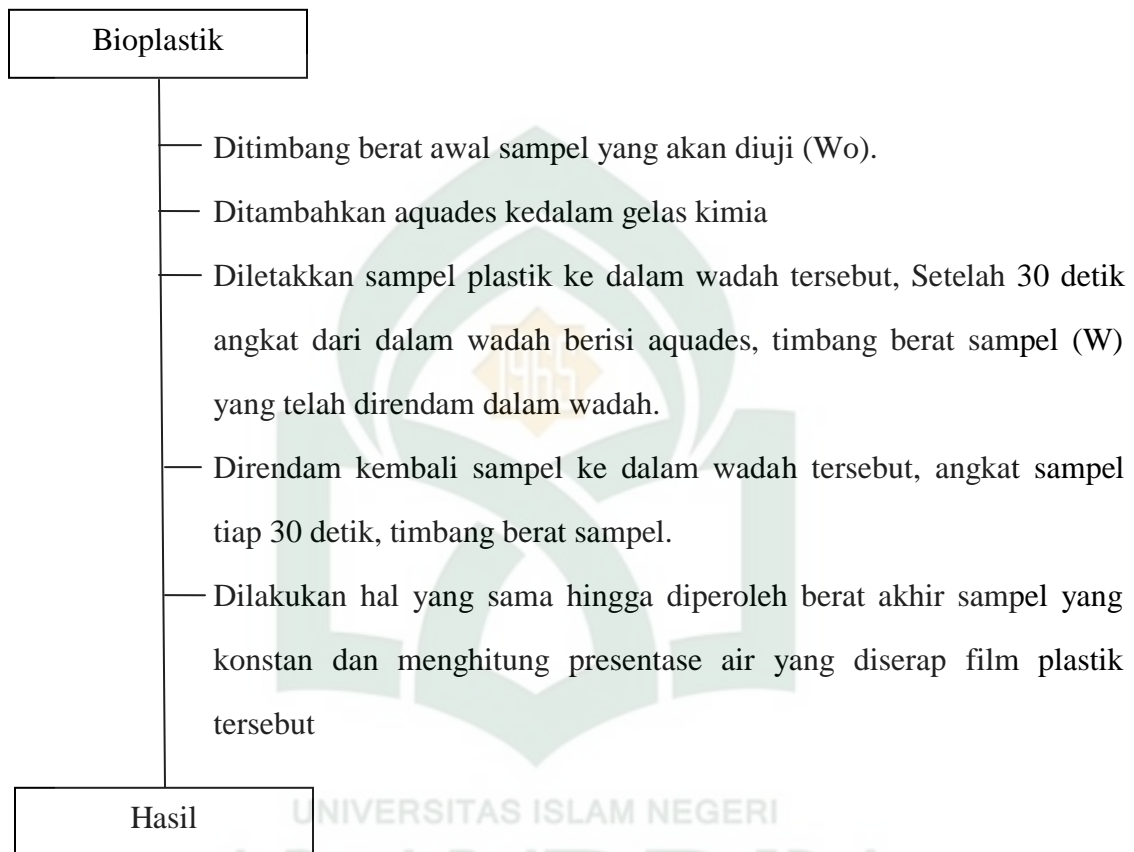


**Lampiran 3. Diagram alir ekstraksi pati singkong**

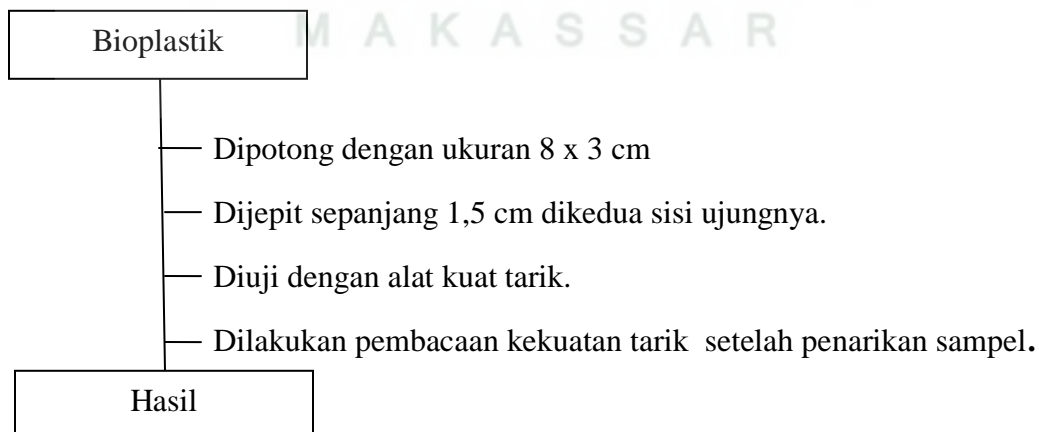
**Lampiran 4. Diagram alir pembuatan bioplastik**

## Lampiran 5. Karakterisasi bioplastik

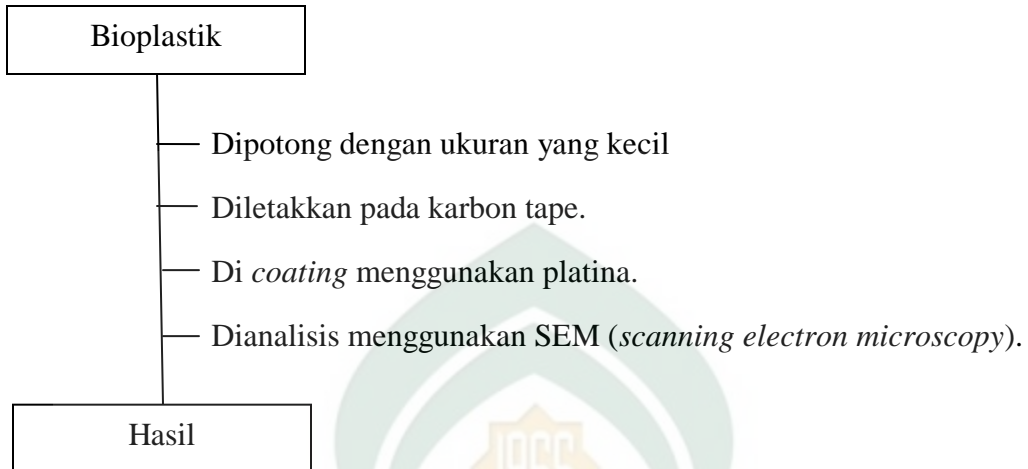
### a. Uji ketahanan bioplastik terhadap air



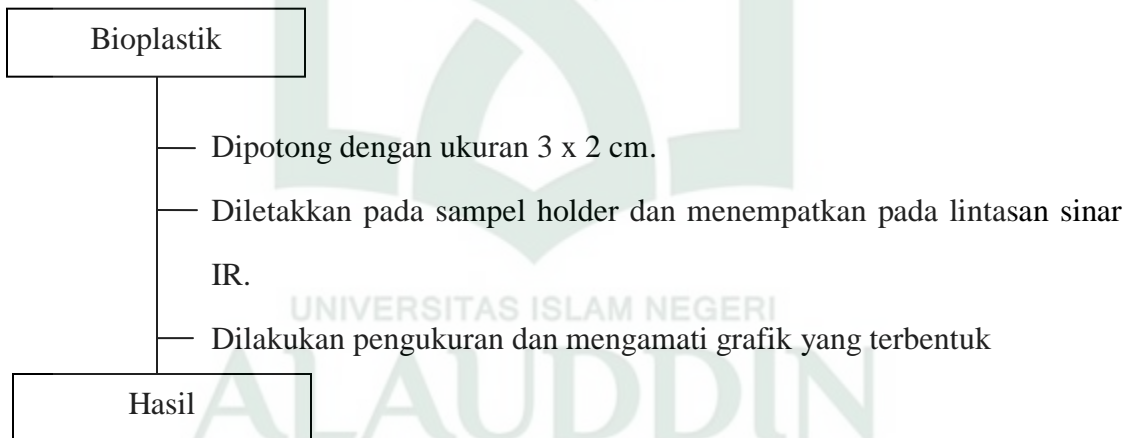
### b. Uji kekuatan tarik bioplastik

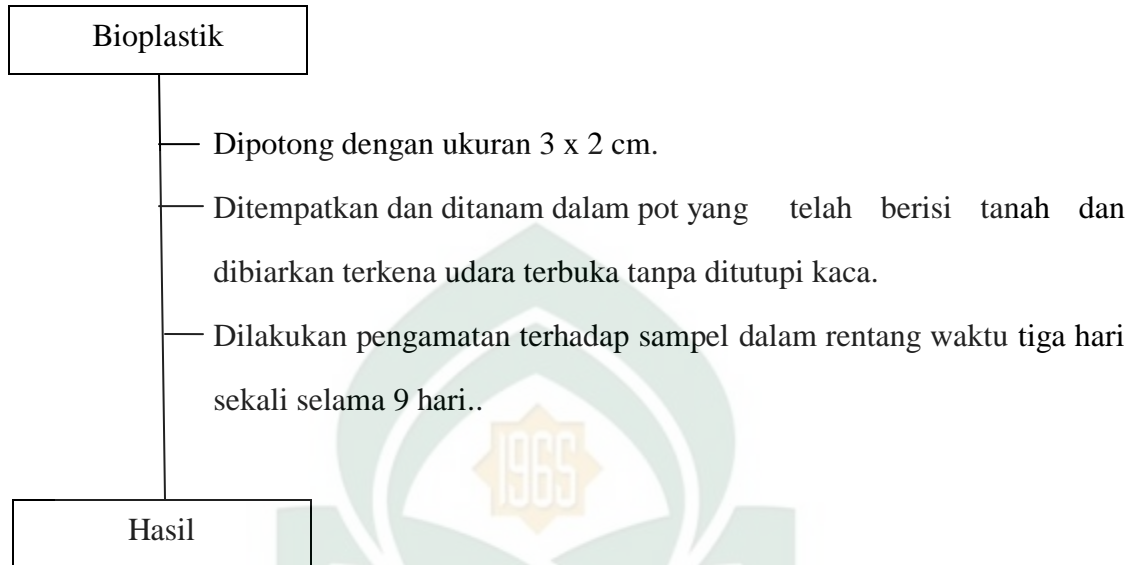


**c. Analisis dengan SEM (*scanning electron microscopy*)**

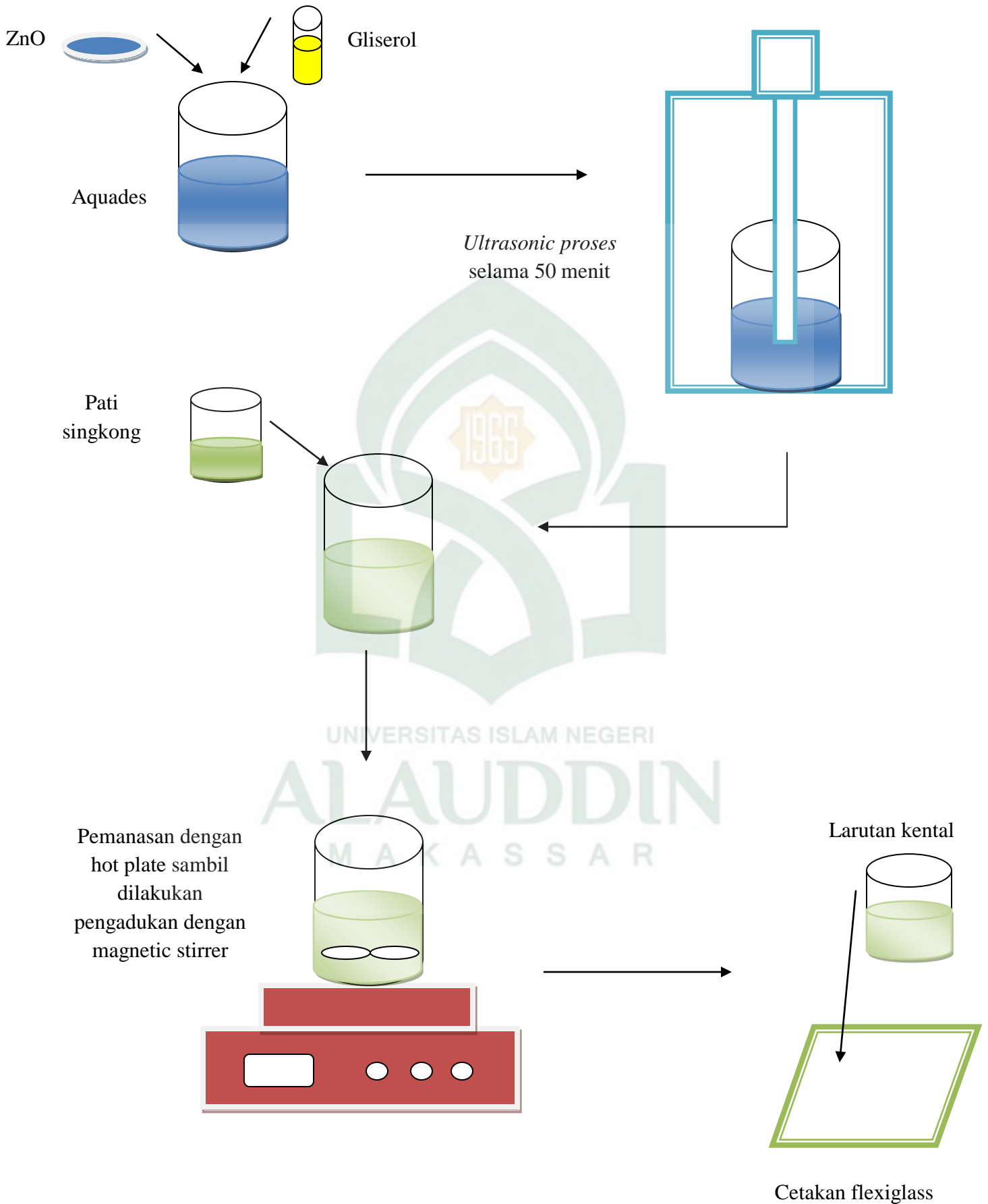


**d. Analisis dengan FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)**



**e. Uji biodegradabilitas bioplastik**

## Lampiran 6. Alur proses pembuatan bioplastik





## Lampiran 7. Analisis data

### a. Uji ketahanan air

$$\% \text{ Air yang diserap} = \frac{W-W_0}{w_0} \times 100\%$$

Keterangan:  $W_0$  = berat awal sampel kering

$W$  = berat akhir sampel setelah perendaman dalam air

1. Sampel I (seng oksida (ZnO) 6%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\begin{aligned} \% \text{ Air yang diserap} &= \frac{0,3638-0,3040}{0,3040} \times 100\% \\ &= 0,1967 \times 100\% \\ &= 19,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sifat hidrofobisitas} &= 100\% - 19,67\% \\ &= 80,33\% \end{aligned}$$

2. Sampel I (seng oksida (ZnO) 9%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\begin{aligned} \% \text{ Air yang diserap} &= \frac{0,3502-0,2537}{0,2537} \times 100\% \\ &= 0,3803 \times 100\% \\ &= 38,03\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sifat hidrofobisitas} &= 100\% - 38,03\% \\ &= 61,97\% \end{aligned}$$

3. Sampel I (seng oksida (ZnO) 12%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\begin{aligned} \% \text{ Air yang diserap} &= \frac{0,2965-0,2255}{0,2255} \times 100\% \\ &= 0,3148 \times 100\% \\ &= 31,48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sifat hidrofobisitas} &= 100\% - 31,48\% \\ &= 68,52\% \end{aligned}$$

## b. Uji biodegradabilitas

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

1. Sampel I (seng oksida (ZnO) 6%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{0,4726 - 0,3251}{0,4726} \times 100\%$$

$$= 0,3121 \times 100\%$$

$$= 31,21\%$$

$$\% \text{ Berat residual} = 100\% - 31,21\%$$

$$= 68,79\%$$

$$\text{Perkiraan waktu degradasi} = \frac{100\%}{68,79\%} \times 9 \text{ hari}$$

$$= 13,0824 \text{ hari}$$

2. Sampel I (seng oksida (ZnO) 9%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{0,3509 - 0,2489}{0,3509} \times 100\%$$

$$= 0,2906 \times 100\%$$

$$= 29,06\%$$

$$\% \text{ Berat residual} = 100\% - 29,06\%$$

$$= 70,94\%$$

$$\text{Perkiraan waktu degradasi} = \frac{100\%}{70,94\%} \times 9 \text{ hari}$$

$$= 12,6864 \text{ hari}$$

3. Sampel I (seng oksida (ZnO) 12%, gliserol 15% dan pati 5 gram)

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{0,2964 - 0,2066}{0,2964} \times 100\%$$

$$= 0,3029 \times 100\%$$

$$= 30,29\%$$

$$\% \text{ Berat residual} = 100\% - 30,29\%$$

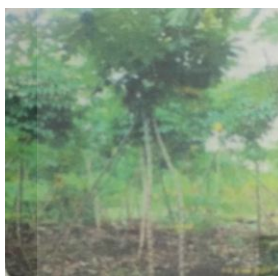
$$= 69,71\%$$

$$\begin{aligned}\text{Perkiraan waktu degradasi} &= \frac{100\%}{69,71\%} \times 9 \text{ hari} \\ &= 12,9105 \text{ hari}\end{aligned}$$



**Lampiran 8.**

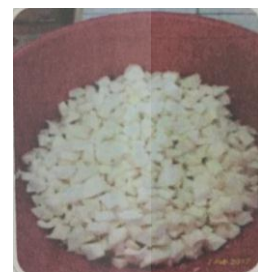
**DOKUMENTASI PENELITIAN**  
**SINTESIS DAN UJI KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI**  
**SINGKONG MENGGUNAKAN VARIASI PENGUAT LOGAM SENGG**  
**OKSIDA (ZnO) DAN *PLASTICIZER* GLISEROL**

**1. Preparasi dan ekstraksi pati**

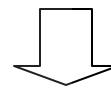
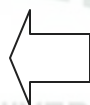
Tanaman singkong



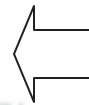
Singkong



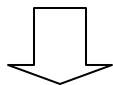
Preparasi singkong

Sampel disaring  
dengan kain blacu

Sampel hasil blender

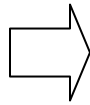


Singkong diblender

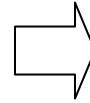




Sampel diendapkan selama 12 jam



Pati basah hasil pengendapan



Dirisikan menggunakan kertas saring



Sampel di haluskan



Sampel di oven



Sampel diletakkan dalam wadah kaca

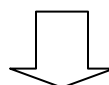
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI



Dilakukan pengayakan



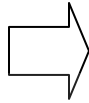
Sampel



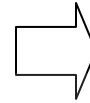
## 2. Pembuatan bioplastik



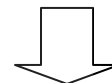
Penimbangan pati



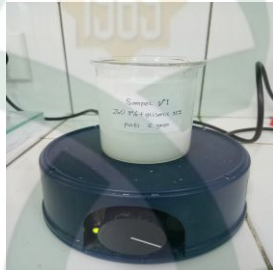
Penimbangan ZnO



Penambahan aquades  
100 ml



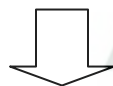
Pemanasan dan  
pengadukan selama  
40 menit



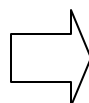
Campuran  
dihomogenkan



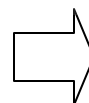
Memipet gliserol



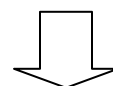
Pencetakan



Dioven selama  
5 jam



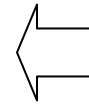
Hasil pengeringan  
dalam oven







Hasil plastik  
*biodegradable*



Pengeringan  
dengan lampu pijar



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## BIOGRAFI



MOH. RIDWAN atau biasa dipanggil RIDWAN, lahir di Doping, 17 Mei 1994. Lahir sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan ayah tegas namun penyayang, MUH.SALENG dan ibu yang kreatif bernama INDO LAJU. Semasa kecilku kuhabiskan di Morowali, tepatnya seblah kabupaten poso, lebih tepatnya lagi Palu Sulawesi Tengah, walaupun saya bukan asli Morowali tetapi asli Wajo, saya lebih banyak tau tentang morowali dari pada daerah asli asal saya. Aktif mengikuti barisan semut dan bermain mobil-mobilan layaknya anak balita kebanyakan. Pada tahun 2000, saya sudah menginjak bangku sekola dasar namun tidak seperti anak pada umumnya saya menginjak bangku sekolah dasar selama 7 tahun lamanya, apa yang menyebabkan seperti itu, tidak lain karena masi mengikut sama orangtua pulang balik wajo-morowali. Sehingga tidak dapat mengikuti ujian kenaikan kelas. Pada SD pun saya tidak hanya bersekolah pada satu institusi pendidikan saja melainkan 2 SD, yaitu kelas 1-4 di SDN 1 Pebotoa, dan kelas 5-6 di SDN 1 Pebatae. Pada tahun 2007 saya lulus SD dan melanjutkan di SMPN 1 BUMI RAYA selama tiga tahun di smp saya sudah mulai aktif berorganisasi hal ini di tandai dengan berhasilnya saya meraih jabatan ketua osis. Lanjut pada tahun 2010 saya pun selesai di tahap pendidikan SMP dan langsung melanjutkan kejenjang yang lebih tinggi lagi yaitu SMA, tepatnya SMAN 1 Bumi Raya selama bersekolah di sekolah ini keaktifan organisasi semakin menjadi-jadi ditandai dengan mengikuti semua kegiatan ekstrakurikuler, mulai dari ketua osis, wakil ketua pks, aktif di pramuka, dan juga menjadi pasukan paskibraka walaupun hanya tingkat kecamatan. Dan pada tahun 2013 saya melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar kejenjang S1 jurusan Kimia pada fakultas Sains dan Teknologi.