



**PENGARUH *AMYLUM SOLANUM* DAN SORBITOL PADA POLIMER
KOMPOSIT *BIODEGRADABLE* POLIPROPILENA TERHADAP UJI
BIODEGRADABLE DAN UJI MEKANIK**

SKRIPSI

Oleh
Hidayatul Aliyah
NIM 141910101017

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENGARUH *AMYLUM SOLANUM* DAN SORBITOL PADA POLIMER
KOMPOSIT *BIODEGRADABLE* POLIPROPILENA TERHADAP UJI
BIODEGRADABLE DAN UJI MEKANIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi mata kuliah skripsi dan memenuhi salah satu
syarat untuk menyelesaikan Strata 1 Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana

oleh

Hidayatul Aliyah

NIM 141910101017

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta bapak Moch. Wahib dan Ibu Warsini, yang tidak pernah berhenti memberikan semua kasih sayang, perhatian, doa semangat dan didikannya;
2. Kedua kakak tercinta Muhammad Wahyudi dan Watik Sri Ayu yang selalu memberikan motivasi, bantuan dan bimbingannya;
3. Dosen Pembimbing Utama Dan Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Sumarji, S.T., M.T dan Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T.,MT yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada saya;
4. Semua bapak ibu guru dan dosen dari taman kanak – kanak sampai perguruan tinggi;
5. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasanya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdoa apabila ia memohon kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah-Ku) dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berada dalam kebenaran.

(Q.S. Al-Baqarah : 186)¹

“Dengan kesederhanaan hidup bukan berarti tidak ada kebahagiaan, kebahagiaan ada pada seberapa besar keberartian hidup kita untuk hidup orang lain dan sekitar, seberapa besar kita menginspirasi mereka. Kebahagiaan ada pada hati yang bersih, lapang dan bersyukur dalam setiap penerimaan...:)”

(Tere Liye, *Ayahku (Bukan) Pembohong*)²

“SOLIDARITY FOREVER”

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

² TereLiye, 2010. *Ayah (Bukan) Pembohong*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

PERNYATAAN

saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hidayatul Aliyah

NIM : 141910101017

Menyatakan bahwa sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh *Amylum Solany* Dan Sorbitol Pada Polimer Komposit *Biodegradable* Polipropilena Terhadap Uji *Biodegradable* Dan Uji Mekanik” adalah benar benar hasil sendiri, kecuali kutipan – kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Oktober 2018

Yang menyatakan

Hidayatul Aliyah
NIM 141910101017

SKRIPSI

**PENGARUH *AMYLUM SOLANUM* DAN SORBITOL PADA POLIMER
KOMPOSIT *BIODEGRADABLE* POLIPROPILENA TERHADAP UJI
BIODEGRADABLE DAN UJI MEKANIK**

Oleh

Hidayatul Aliyah

NIM 141910101017

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama: Sumarji, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T

PENGESAHAN

Pengesahan Skripsi berjudul “Pengaruh *Amylum Solany* Dan Sorbitol Pada Polimer Komposit *Biodegradable* Polipropilena Terhadap Uji *Biodegradable* Dan Uji Mekanik”, karya Hidayatul Aliyah telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

Hari, tanggal : Selasa, 09 Oktober 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Sumarji, S.T., M.T
NIP 19680202199702001

Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T
NIP 196709241994121001

Penguji 1

Penguji 2

Ir. F.X. Kristianta, M. Eng.
NIP 196501202001121001

Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T
NIP 19751006 200212 1 002

Mengesahkan Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Pengaruh *Amylum Solany* Dan Sorbitol Pada Polimer Komposit *Biodegradable* Polipropilena Terhadap Uji *Biodegradable* Dan Uji Mekanik; Hidayatul Aliyah, 141910101017; 2018; halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Plastik merupakan bahan polimer yang banyak digunakan untuk kehidupan sehari – hari manusia, hal ini mengakibatkan terciptanya sampah plastik yang sulit terurai oleh lingkungan. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, yang bisa diperoleh dari selulosa, pati, chitosan, gula polisakarida dan lain – lain. Plastik *biodegradable* yang memodifikasi dengan polipropilena dengan pati kentang dengan sorbitol sebagai plastisizer yang memiliki keunggulan meningkatkan kemampuan biodegradasi. Penelitian menggunakan metode *Blending* secara manual. Variabel yang digunakan dengan fraksi volume pati sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dengan persentase sorbitol ditetapkan 10%. Sedangkan parameter yang digunakan adalah kekuatan tarik, biodegradasi, dan struktur mikro plastik *biodegradable*.

Dari pengujian uji tarik didapatkan hasil bahwa kekuatan tarik tertinggi dengan rata – rata sebesar 11, 924 MPa pada fraksi volume Polipropilena, sorbitol dan pati (82%; 10%; 8%) dan nilai terendah didapatkan pada fraksi Volume Polipropilena, Pati dan sorbitol (90%; 0%; 10%) penambahan pati yang ditambahkan kedalam beberapa tingkat biodegradabilitasnya. Elongasi yang diperoleh dari pengujian tarik didapatkan nilai elongasi rata – rata sebesar 17,833% dengan fraksi volume polipropilena, pati, dan sorbitol (82%; 8%; 10%) sedangkan nilai elongasi terendah didapatkan nilai elongasi rata – rata sebesar 9,633% dengan fraksi Volume polipropilena, pati, dan sorbitol (90%; 0%; 10%) dapat dilihat bahwa hasil tegangan dan regangan berbanding lurus. Hasil uji biodegradabilitas yang dilakukan selama 30 hari dengan metode *soil burial* hasil yang didapatkan terbesar pada fraksi volume (pp90%+sorbitol10%+pati10%) (wt) dari hasil rata – rata penurunan sebesar 23,60% sedangkan nilai terendah

didapatkan pada fraksi volume (pp90%+sorbitol10%+pati0%)(wt) didapatkan nilai rata – rata 1,19%. Pada struktur mikro terlihat bahwa masing – masing spesimen mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh mikroorganisme yang terkandung didalam tanah, hasil yang didapatkan berupa lubang pada permukaan spesimen.

SUMMARY

Effect of Amylum Solany and Sorbitol on Polypropylene Biodegradable Composite Polymers Against Biodegradable Test and Mechanical Test; Hidayatul Aliyah, 141910101017; 2018; page; Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember.

Plastic is a polymer material that is widely used for everyday human life, this results in creating plastic waste that is difficult to decompose by the environment. Biodegradable plastic is a plastic that can be broken down by microorganisms, which can be obtained from cellulose, starch, chitosan, sugar polysaccharides and others. Biodegradable plastic that modifies with polypropylene with potato starch with sorbitol as a plasticizer which has the advantage of increasing biodegradability. Research using the Blending method manually. The variables used with the starch volume fraction were 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% with the percentage of sorbitol set at 10%. While the parameters used are tensile strength, biodegradation, and micro-biodegradable plastic structures. From the tensile test, the highest tensile strength was 11, 924 MPa in the volume fraction of Polypropylene, sorbitol and starch (82%; 10%; 8%) and the lowest value was obtained in the volume fraction of Polypropylene, Starch and Sorbitol (90%; 0%; 10%) addition of starch added to several levels of biodegradability. Elongation obtained from tensile testing obtained an average elongation value of 17.833% with a volume fraction of polypropylene, starch, and sorbitol (82%; 8%; 10%) while the lowest elongation value obtained an average elongation value of 9.633% with the fraction The volume of polypropylene, starch, and sorbitol (90%; 0%; 10%) can be seen that the results of stress and strain are directly proportional. Biodegradability test results carried out for 30 days with soil burial method the results obtained are large in the volume fraction (pp90% + sorbitol10% + pati10%) (wt) of the average yield decrease of 23.60% while the lowest value is obtained in volume fraction (pp90% + sorbitol10% + starch0%) (wt) obtained an average value of 1.19%. In the microstructure, it can be seen

*that each specimen has damage caused by microorganisms contained in the soil,
the results obtained are holes in the surface of the specimen.*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat tuhan yang maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh *Amylum Solany* Dan Sorbitol Pada Polimer Komposit *Biodegradable* Polipropilena Terhadap Uji *Biodegradable* Dan Uji Mekanik” dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Mesin (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyusun proyek ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sumarji, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan waktu, nasihat dan bimbingannya sampai selesainya skripsi ini;
2. Bapak Ir.F.X Kristianta, M.Eng selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan waktu, nasehat dan bimbingan sampai terselesainya skripsi ini;
3. Dosen Pembimbing Akademik saya Bapak Aris Zainal Muttaqin, S.T., M.T yang telah membimbing saya dengan sabar selama masa studi saya disini;
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin yang memberikan ilmunya kepada saya dengan sebaik – baiknya
5. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas selama masa studi hingga menyelesaikan proyek akhir ini;
6. Saudara Teknik Mesin Angkatan 2014 yang memberikan pengalaman berharga selama saya kuliah di Teknik Mesin Universitas Jember ini

7. Semua teknisi dan karyawan jurusan teknik mesin, yang telah memberikan bantuan selama skripsi ini dilaksanakan;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Penulis mengharapkan agar proyek akhir ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan proyek akhir ini.

Jember, Oktober 2018
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesis.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Komposit.....	5

2.1.1	Klasifikasi Komposit.....	6
2.1.2	Klasifikasi Matrial Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Strukturalnya.....	7
2.2	Plastik Biodegradable.....	10
2.3	Polipropelina.....	12
2.4	Pati Kentang.....	15
2.4.1	Kentang.....	15
2.4.2	Varietas dan Jenis Kentang.....	15
2.4.3	Komposisi Zat Gizi Kentang.....	16
2.4.4	Pati Kentang.....	16
2.5	Sorbitol sebagai <i>Plasticizer</i>.....	17
2.6	Uji Tarik.....	19
2.7	Uji Biodegradasi.....	20
2.8	Struktur mikro.....	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2	Alat dan Bahan.....	24
3.2.1	Alat dan Bahan.....	24
3.2.2	Perlatan K3.....	25
3.2.3	Bahan.....	25
3.3	Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1	Langkah – Langkah Pembuatan Sempel.....	25
3.4	Pengukuran Parameter.....	26
3.4.1	Uji Tarik.....	26
3.4.2	Pengujian <i>Biodegradable</i>	27

3.5 Diagram Alir.....	28
BAB 4. PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengujian Tarik	29
4.2 Uji Biodegradabilitas	33
4.3 Strukur Mikro	36
4.3.1 Struktur Mikro Pada Pengujian <i>Biodegradable</i>	36
4.3.2 Struktur Mikro Pada Uji Tarik	40
BAB 5. KESIMPULAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Komposit (Junus, 2011).....	5
Gambar 2.2 Parameter Fiber pada Komposit ((Basyarahil, 2017).....	8
Gambar 2.3 Komposit Partikel (Nurhidayat Achmad, 2013)	9
Gambar 2.4 Laminate Composite (Nurhidayat Achmad, 2013)	9
Gambar 2.5 Struktur Plastics Biodegradable (Sadasivuni, et al., 2017)	10
Gambar 2.6 Struktur Kimia Polipropilena (Mochtar,2007)	12
Gambar 2.7 Polipropilena Pada Gelas Kemasan	13
Gambar 2.8 Model Penguraian Plastik <i>Biodegradable</i> (Octaviani Melzi, <i>et.al</i> 2013).....	22
Gambar 2.9 Struktur Mikro Pada permukaan Plastik <i>biodegradabele</i>	23
Gambar 3.1 Spesimen Uji tarik (ASTM, 2002)	26
Gambar 3.2 Tabel Dimensi Uji Tarik (ASTM, 2002).....	27
Gambar 4.1 Grafik kekuatan tarik Pada Plastik Biodegradable.....	29
Gambar 4.2 Grafik Elongasi Kekuatan Tarik polimer komposit	32
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengurangan Berat Pada Uji Biodegradabilitas	34
Gambar 4.4 Struktur Mikro Sebelum dan Sesudah <i>soil burial test</i>	38
Gambar 4.5 Struktur Mikro Patahan Plastik Biodegradable Pada Uji Tarik (a). PP 90% + Sorbitol 10% + Pati 0% (b). PP 88% + Sorbitol 10% + Pati 2% (c) PP 86% + Sorbitol 10% + Pati 4%. (d) PP 84% + Sorbitol 10% + Pati 6% (e) PP 82% + Sorbitol 10% + Pati 8%.(f) PP 80% + Sorbitol 10% + Pati 10%.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Polypropilena Menurut Bost (1980) dalam Syarief et. Al (1999) adalah sebagai berikut:	14
Tabel 2.2 Komposisi kimia umbi kentang	16

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan bahan polimer yang banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari manusia. Hampir setiap produk yang manusia pakai mengandung polimer contoh plastik, berbagai keunggulan yang dimiliki oleh plastik seperti ringan tetapi kuat, transparan, fleksibel, tidak mudah pecah, tidak terkorosi, tahan air selain itu harga yang relatif lebih murah yang dapat dijangkau oleh semua kalangan masyarakat.

Penggunaan plastik yang berakibat terciptanya sampah plastik yang merupakan salah satu jenis sampah yang sulit terurai oleh lingkungan menimbulkan permasalahan global, baik bagi lingkungan maupun kesehatan. Akibat yang ditimbulkan oleh plastik yang tertimbun didalam tanah dapat mempengaruhi kualitas air tanah serta dapat memusnakan kandungan humus dalam tanah sehingga tanah akan menjadi kurang subur. Untuk itu perlu adanya usaha untuk mengatasi sampah plastik yang dapat terurai secara biologis (plastik *biodegradable*) artinya plastik ini dapat diuraikan oleh mikroorganisme lingkungan secara alami menjadi senyawa ramah lingkungan (Averous, *et al.*, 2001).

Plastisizer seperti sarbitol mempunyai kemampuan mengurangi ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekuler, sarbitol juga adalah alkohol gula dan merupakan pemanis yang ditemukan pada beberapa produk. Sarbitol juga termasuk zat hemectant (pengatur kelembaban) (Othmer, 1966).

Tanaman kentang merupakan komoditas umbi – umbian yang tergolong tanaman tahunan. Sebagai bahan makanan, kentang mengandung banyak karbohidrat, sumber mineral, vitamin, protein, dan asam amino esensial. Pada kentang mengandung zat pati yang dapat diolah menjadi polimer alami, komposisi pati yang terkandung dalam kentang sekitar 14%.

Plastik *Biodegradable* dapat digunakan pada sektor kedokteran, kemasan, pertanian dan industri otomotif. Berdasarkan pada bahan yang telah dan

dikomersialisasikan dan kemudian diterapkan pada lebih dari sektor (Kolybaba *et al.*, 2003). Selain itu pengaplikasian plastik *biodegradable* digunakan pada kemasan buah supaya menjaga kelembapan buah tersebut.

Pada penelitian terdahulu telah melakukan berbagai macam cara untuk membuat plastik yang dapat didegradasikan oleh alam. Salah satunya yang dilakukan oleh Ely Sulitya Ningsih, *et al.* Meneliti mengenai Modifikasi polipropilena sebagai polimer komposit *biodegradable* dengan bahan pengisi pati pisang dan sorbitol sebagai platisizer. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa semakin banyak penambahan pati dan plamlastis maka banyak pori dan celah pada permukaan sampel dan semakin lama penguburan maka nilai degradabilitasnya juga akan menurun.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh polimer komposit *biodegradable* polipropilena dari pati kentang dengan penambahan sorbitol sebagai platisizer untuk meningkatkan proses degradasi yang terjadi didalam tanah. Diharapkan pula dapat bermanfaat dan memberikan alternatif plastik ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi sampah plastik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat disajikan rumusan masalah sebagai berikut.

- a) Bagaimana pengaruh plastik *biodegradable* dari polipropilen dengan pati kentang sebagai pengisi pada pengujian tarik?
- b) Bagaimana pengaruh plastik *biodegradable* dari polipropilen dengan pati kentang sebagai pengisi pengujian *biodegradable*?
- c) Bagaimana struktur mikro pada plastik *biodegradable* dari polipropilen dengan pati kentang sebagai pengisi?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini cukup luas sehingga dibutuhkan batasan masalah agar penelitian lebih terarah untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a) Bahan dasar yang digunakan yaitu pati kentang sebagai pengisi dengan sorbitol sebagai platisizer.
- b) Bahan yang dihasilkan berupa film plastik biodegradabel
- c) Pengujian yang dilakukan yakni pengujian mekanik berupa pengujian tarik dan mengujian miroskopik serta pengujian biodegradasi

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a) Mengetahui pengaruh penambahan pati kentang sebagai pengisi pada plastik *biodegradable* dari polipropilena pada pengujian tarik.
- b) Mengetahui penambahan pati kentang sebagai pengisi pada plastik *biodegradable* dari polipropilena uji biodegradable.
- c) Mengetahui struktur mikro pada plastik *biodegradable* dari polipropilena dengan *amylum solani* sebagai pengisi.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a) Memperoleh informasi mengenai pengaruh penambahan pati kentang sebagai pengisi pada plastik *biodegradable* dari polipropilena pada pengujian tarik
- b) Memperoleh informasi penambahan pati kentang sebagai pengisi pada plastik *biodegradable* dari polipropilena pada pengujian biodegradasi.
- c) Memperoleh informasi mengenai struktur mikro pada penambahan pati kentang sebagai pengisi pada plastik *biodegradable* dari polipropilena.

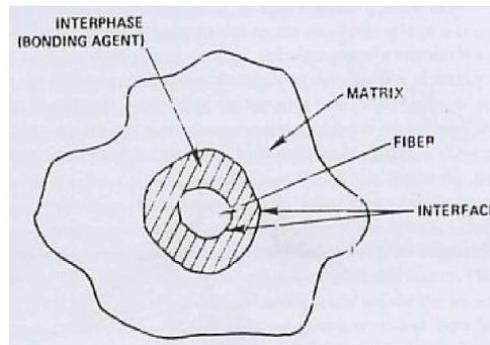
1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu ada pengaruh persentase pati kentang sebagai pengisi dan sorbitol sebagai plastisizer terhadap karakteristik plastik *biodegradable*. Penambahan pati kentang pada plastik *Biodegradable* menyebabkan menurunnya kekuatan tarik, hal ini disebabkan karena perbedaan sifat dari Polipropelina yang bersifat hidrofobik dan pati kentang bersifat hidrofibik. Akan tetapi, Semakin banyak penambahan pati pada plastik *Biodegradable* menyebabkan persentase berat spesimen pada uji *biodegradable* semakin menurun sehingga proses degradasi semakin cepat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru dari rekayasa yang terdiri dua atau lebih material yang mana pada masing – masing sifat material berbeda baik itu bentuknya, komposisi kimia, dan tidak saling melarutkan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan yang lain berfungsi sebagai pengikat. Secara sederhana komposit dapat didefinisikan pada dua material yang berbeda propertiesnya dan perbedaan pada gambar dibawah ini (Gambar 2.2) (Junus, 2011).



Gambar 2.1 Susunan Komposit (Junus, 2011)

Dengan penggabungan dua atau lebih material yang berbeda dapat meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisik bahan – bahan tersebut diantaranya adalah (Sulistijono,2013):

1. Konduktivitas termal
2. Ketahanan fatik
3. Kekuatan
4. Tampilan
5. Kekakuan
6. Tahanan terhadap korosi
7. Ketahanan gesekan
8. Insulasi listrik
9. Berat
10. Penahan panas

Material komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu matriks dan *rainforcement*:

1. Matriks

Matriks merupakan bahan penyusun utama dalam komposit yang memiliki fungsi sebagai bahan pengikat, selain itu matriks juga memiliki fungsi sebagai pelindung serat dari kerusakan eksternal. Matriks memiliki fungsi sebagai penerus gaya yang berasal dari serat menuju serat yang lain, dengan cara jika dalam perbedaan aksial terdapat serat yang putus, maka beban yang melewati serat yang putus diteruskan oleh matriks menuju serta berikutnya (Nugroho, 2016).

Matriks juga memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Matriks pengikat *Fibre*. Yaitu komponen pengangkut beban utama dalam komposit yang diperkuat serat. Efektifitas penguat serat tergantung pada jenis, panjang, fraksi volume, dan orientasi serat dalam matriks. Pemelihan yang tepat sangatlah penting dikarenakan mempengaruhi satu atau lebih karakteristik dari komposit (Mallick, 1997)
- b. Matriks melindungi *reinforcing filaments* dari kerusakan mekanik yang bersal dari abrasi atau juga bersal dari kondisi lingkungan sekitar (Nayiroh, 2013).
- c. Matriks memberikan beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan dan tahanan lisrik (Nayiroh, 2013)

2. *Reinforced*

Reinforced adalah penguat yang ditempatkan didalam matriks pada komposit dan harus memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dari pada matriksnya. Penguat dapat digunakan untuk mengubah sifat fisiknya seperti tahan aus, koefisien friksi atau konduktivitas termal. Serat penguat dapat dibuat dari logam, Keramik dan polimer yang disebut kevlar atau serat grafit yang disebut karbon(Sulistijono,2013).

2.1.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. *Polymer Matrix Composite (PMC)*

Polimer matrix composite (PMC) adalah serat polimer yang digunakan sebagai *matrix* baik polimer termoset atau polimer termoplastik yang digunakan sebagai

matriks. Pada PMC tidak membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi karena prosesnya yang sederhana, peralatan yang digunakan juga sederhana. Keuntungan dari PMC yaitu bahan ringan dengan kekuatan tinggi dan nilai modulus yang tinggi. Polimer yang digunakan dalam PMC memiliki spesifikasi gravitasi sebesar 0,9 dan 1,5. Keuntungan PMC adalah desain yang fleksibel, desain yang beragam dan memiliki faktor redaman yang tinggi, PMC dapat digabungkan dengan aluminium honeycomb, busa plastik struktural atau *balsa wood* (Mallick, 1997).

b. *Metal Matrix Composites (MMC)*

MMC ini menggunakan logam yang ulet sebagai matriksnya. Keuntungan yang dimiliki MMC adalah dapat digunakan pada suhu tinggi, kekuatan luluh dan modulus yang tinggi. Kekurangan dari MMC sendiri adalah memiliki kepadatan yang tinggi, dalam pemrosesan membutuhkan suhu yang tinggi dan cenderung menimbulkan korosi pada *interface* serat/matriks. Dua paduan yang paling umum digunakan pada MMC adalah aluminium dan titanium (Mallick, 1997).

c. *Ceramic Metal Composites (CMC)*

Komposit ini menggunakan keramik sebagai matriksnya. CMC baik digunakan pada suhu tinggi aplikasi yang dapat digunakan pada pisau turbin gas dan komponen mesin otomatis (Mallick, 1997).

2.1.2 Klasifikasi Material Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Strukturalnya.

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam (Jones, 1975) yaitu:

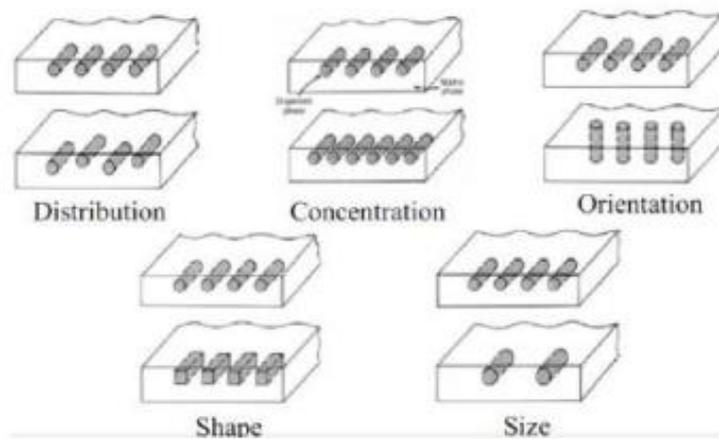
1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dan matriks. Merupakan jenis komposit yang terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/ fiber. Fiber yang sering digunakan bisa berupa *fiber glass*, *carbon fiber*, *aramid fibers (poly aramide)* dan sebagainya. Fiber ini dapat digunakan secara acak dengan orientasi tertentu bahkan juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman (Hartanto, 2009).

Komposit serat mempunyai banyak keunggulan, sehingga paling banyak dipakai bahan produk. Bahan komposit serat terdiri dari dua macam yaitu serat panjang (*Continous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* atau *whisker*) (Nurhidayat, 2013).

Adapun parameter serat pada komposit yaitu:

- a. Distribusi
- b. Konsentrasi
- c. Bentuk
- d. Ukuran



Gambar 2.2 Parameter Fiber pada Komposit ((Basyarahil, 2017)

2. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Pada komposit ini material penguat yang dipergunakan adalah bentuk partikel. Partikel mempunyai bermacam – macam pengaruh terhadap MMC. Partikel ditambahkan pada matriks yang rapuh dan ketangguhannya meningkat, serta keretakan yang terjadi dapat dihilangkan dengan adanya partikel tersebut. Partikel memiliki modulus elastisitas tinggi ditambahkan pada matriks yang bersifat untuk meningkatkan kekakuan dan ketangguhan (Hartanto, 2009).



Gambar 2.3 Komposit Partikel (Nurhidayat Achmad, 2013)

3. Komposit Lapis (*Laminate Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan pada masing – masing lapisan memiliki karakteristik tersendiri. Jenis serat, orientasi serat dapat bervariasi dari lapis ke lapis. Setiap lapisan yang disebut lamina atau lapisan biasanya memiliki tebal 0,125 mm. Penggabungan orientasi serat yang berbeda diberbagai lapisan memberikan fleksibilitas desain yang luar biasa untuk komposit lamina (Mallick, 1997).

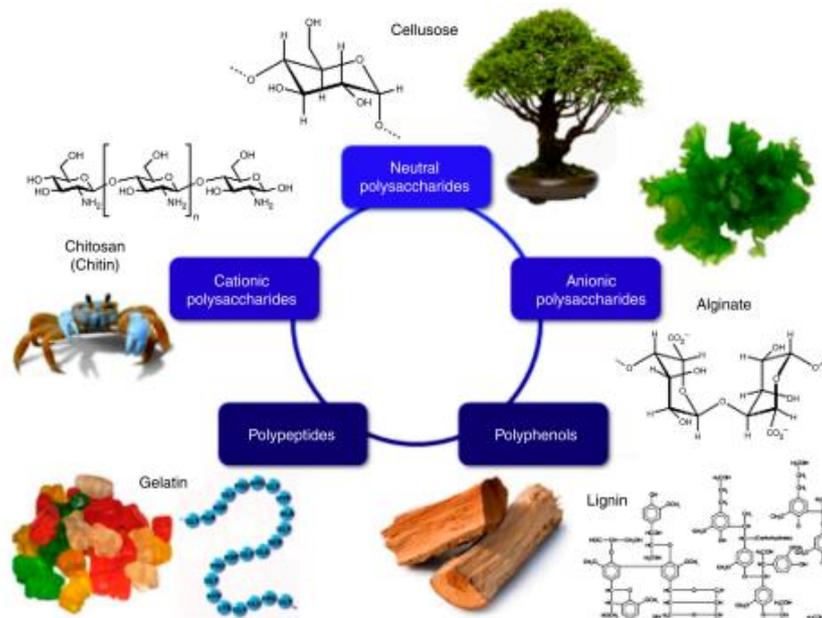


Gambar 2.4 Laminate Composite (Nurhidayat Achmad, 2013)

2.2 Plastik Biodegradable

Biodegradable berasal dari dua kata “*bio*” yang berarti hidup dan “*degradable*” yang berarti dapat diuraikan (Eni Nurhayati, 2013). Plastik *biodegradable* adalah plastik yang struktur molekulnya dapat terdegradasi secara biologis yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Plastik *Biodegradable* dapat diperoleh dari sumber terbarukan seperti selulosa, pati, chitosan, gula, polisakarida, polipeptida dan polifenol (Sadasivuni, *et al.*, 2017).

Menurut Griffin (1994), plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu dan kondisi tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya



Gambar 2.5 Struktur Plastics Biodegradable (Sadasivuni, *et al.*, 2017)

Polimer *Biodegradable* dapat diklasifikasikan menurut komposisi kimia, metode sintesis, metode pengolahan, serta aplikasinya. Pada masing – masing klasifikasi dapat memberikan informasi yang berbeda dan berguna. Untuk klasifikasi secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu polimer alami dari sumber daya dan polimer sintesis dari minyak mentah (Smith, 2005).

Menurut Pranamuda (2001), plastik *Biodegradable* adalah plastik yang bisa digunakan layaknya plastik konvensional, akan tetapi dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan gas karbondioksida setelah terdegradasi oleh

lingkungan. Secara umum, plastik *biodegradable* dapat diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami.

Untuk Plastik *Biodegradable* yang berasal dari alam dilihat dari sudut pandang kimia meliputi:

1. Polisakarida contohnya pati, selulosa, lignin, kitin
2. Protein contohnya gelatin, kasein, gluten, gandum, sutra dan wol
3. Lipid contohnya minyak tumbuhan seperti minyak jarak dan lemak hewan
4. Poliester yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau tanaman contohnya polihidroksi alkoanat, poli-3-hidroksibutirat
5. Poliester yang disintesis dari bio monomer contohnya asam polylactic
6. Karet dan komposit

Untuk plastik *biodegradable* yang berasal dari mineral meliputi:

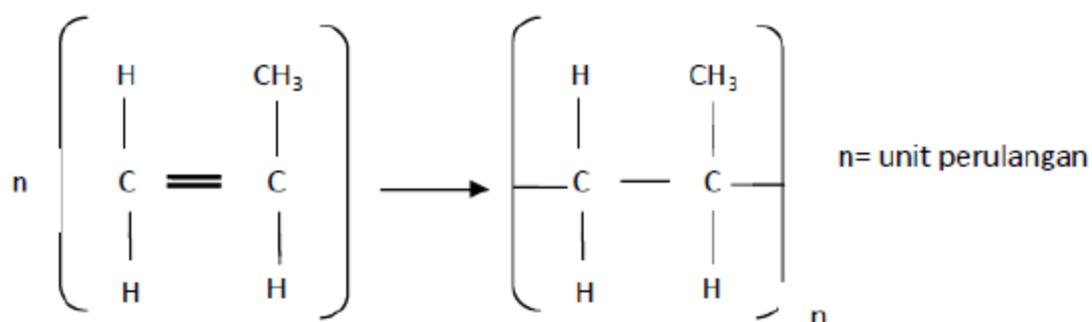
1. Poliester alifatik contoh asam poliglikolat, polibutilena suksinat, polycaprolactone
2. Poliester aromatik atau campuran dari dua jenis contoh polibutilena suksinat terephthalate
3. Polivinilalkohol
4. Poliolefin yang dimodifikasi contoh polietilen atau propilena. (Smith, 2005).

Proses pembuatan plastik *Biodegradable* dikenal dengan istilah polimerisasi. Polimerisasi adalah proses pembentukan polimer dengan menggabungkan beberapa molekul kecil dan sederhana atau yang diebut sebagai monomer menjadi sebuah molekul yang besar (Cowd, 1991). Plastik *Biodegradable* dapat dibuat dengan menggunakan polimer alam atau berasal dari campuran polimer alam dan polimer sintesis. Polimer alam memiliki sifat fisik yang kurang baik, dan untuk polimer sintesis memiliki sifat yang unggul seperti lebih tahan air dan kekuatan tarik yang dimiliki cukup tinggi. Modifikasi campuran fisik (*blend*) dengan polimer diharapkan dapat menghasilkan material yang sifat fisiknya baik dan ramah lingkungan.

Plastik *biodegradable* berbahan pati/amilum dapat terdegradasi oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* dapat memutuskan rantai polimer menjadi monomer – monomernya. Senyawa yang berasal dari hasil degradasi menghasilkan karbon dioksida dan air. Selain itu menghasilkan senyawa organik lain seperti asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

2.3 Polipropelina

Polipropelina terbuat dari monomer–monomer propylene ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$) yang merupakan jenis polimer termoplastik yang memiliki manfaat yang begitu luas dalam berbagai produk (Kusumaningrum, *et al.*, 2017). Polipropilena merupakan polimer jenis hidrokarbon yang tergolong dalam polimer termoplastik yang dapat didaur ulang pada temperatur tinggi. Struktur pada polipropilena dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 Struktur Kimia Polipropilena (Mochtar,2007)

Polipropelina memiliki berat jenis 0,90 – 0,92 mg/mm, termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polimer, dapat terbakar dengan mudah apabila dinyalakan, memiliki titik cair tinggi (170°C), memiliki kekuatan tarik dan kekuatan lentur yang tinggi, ketahanan impak rendah terutama pada temperatur rendah. Polipropelina memiliki sifat yang dapat ditingkatkan sampai batas tertentu dengan mencampurkan serat gelas (Adriana, 2009). Oleh karena itu Polipropelina dapat dimanfaatkan sebagai komponen otomotif seperti pada komponen mobil yang mencapai 35% (Kusumaningrum, *et al.*, 2017).

Sifat pemuaiian termal pada polipropelina dapat diperbaiki sampai setingkat dengan resin termoset, ketahanan retak – tegangannya sangat baik dan mempunyai sifat mampu cetak yang baik. Pada polipropelina juga banyak digunakan sebagai bahan produk, dalam peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, dan peralatan listrik. Hal ini disebabkan karena mampu cetak yang baik dan permukaan yang tembus cahaya (Adriana, 2009).



Gambar 2.7 Polipropilena Pada Gelas Kemasan

Sifat – sifat yang dimiliki oleh Polypropelina Menurut Bost (1980) dalam salahuddin Junus (2011) meliputi:

1. Ringan (kerapatan $0,9 \text{ cm/cm}^3$), mudah dibentuk, tembus pandang dan jernih dalam bentuk film
2. Mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Pada suhu rendah akan rapuh, dalam bentuk murni pada suhu -30°C mudah pecah sehingga perlu ditambahkan polyethylene atau bahan lainnya untuk memperbaiki ketahanan dalam benturan
3. Lebih kaku tidak mudah sobek
4. Permeabilitas pada uap rendah, permeabilitas gas sedang
5. Tahan sampai suhu 150°C
6. Titik leleh tinggi 170°C
7. Tahan terhadap asam kuat, basa dan minyak. Tidak terpengaruh oleh pelarut suhu kamar kecuali HCL
8. Pada suhu tinggi polypropelena bereaksi dengan benzena, sklena, toulena, terpetin, dan asam nitrat kuat

Polypropelena banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, peralatan

listrik, dan komponen mobil. Penggunaan yang luas ini dikarenakan mampu cetak yang baik, permukaan yang licin mengkilat dan tembus cahaya (Adriana, 2009).

Tabel 2.1 Karakteristik Polypropilena Menurut Bost (1980) dalam Syarief et. Al (1999) adalah sebagai berikut:

Deskripsi	Polypropelena
Densitas Pada suhu 200C (gr/cm³)	0,90
Suhu melunak (⁰C)	149
Titik Lebur (⁰C)	170
Kristalinilitas (%)	60 – 70
Indeks fluiditas	0,2 – 0,5
Modulus elastisitas (Kg/mm²)	11000 – 13000
Tahanan volumertrik (Ohm/cm²)	10 ⁷
Konstanta dielektrik (60 – 108 cycles)	2,3
Permeabilitas gas	-
Nitrogen	4,4
Oksigen	23
Gas Karbon	92
Uap air	600

Menurut Sri Mulyani dkk melakukan penelitian tentang polipropilena yang dimodifikasi dengan pati pisang sebagai pengisi dan sorbitol sebagai plastisizer. Penelitian tersebut menggunakan metode *blending* secara manual menggunakan kualiti besi yang dipanaskan ke atas kompor, dengan variasi yang pati yang digunakan digunakan 0 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram. Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik yang tertinggi yaitu pada penambahan pat 2 gram dengan nilai kuat tarik sebesar 2,11 Mpa dan nilai modulus elastisitasnya 45,7 sedangkan pada pengujian biodegrabilitasnya yang dilakukan selama 40 hari dengan nilai massa 29,44% dan degrabilitasnya 0,007 mg/hari.

2.4 Pati Kentang

2.4.1 Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan tumbuhan dengan kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk sumber kalori (Pujimulyani, 2012). Kentang merupakan salah satu tanaman umbi – umbian tahunan yang berbentuk semak atau herba. Bagian kentang yang dimanfaatkan adalah umbinya yang bedaging tebal, berbentu bulat atau lonjong dan memiliki warna kecokelatan, putih atau merah (Novary, 1999).

Sifat kentang mudah mengalami kerusakan, yaitu besarnya kerusakan sangat ditentukan oleh faktor – faktor sebelum panen seperti pengaruh iklim, hama/ penyakit, dan lain – lain. Salah satu cara kentang lebih tahan lama dengan cara diproses menjadi bubuk.

2.4.2 Varietas dan Jenis Kentang

Kentang memiliki banyak varietas dan jenis. Namun, secara garis besar kentang memiliki 3 jenis dengan warna umbinya, yaitu kuning, putih dan merah.

a. Kentang kuning

Pada kentang kuning ini memiliki daging dan kulit kentang yang berwarna kuning. Thung 151 C, patrones, rapan 106. Varietas ini sering banyak digunakan baik baik di industri makanan, rumah makan, maupun rumah tangga

b. Kentang Putih

Untuk kentang putih memiliki daging dan kulitnya berwarna putih, kelompok yang termasuk golongan ini adalah Radosa, Donata dan Sebago.

c. Kentang Merah

Pada varietas jenis ini kulitnya berwarna merah akan tetapi pada dagingnya berwarna kuning. Jenis dari varietas ini adalah red pontiac, desire dan arka.

Namun pada kenyataannya dari kesekian banyak varietas kentang yang dikenal dalam duania perdagangan hanya dua tipe yaitu tipe kecil dan biasa. Kentang kecil merupakan kentang dipanen pada saat berumur muda. Dalam bahasa internasional dikenal sebagai *early crop* atau *new potato*. Pada kentang ini memiliki kulit yang tipis.

Kentang ini cocok disajikan sebagai salad atau kentang rebus untuk dimakan. Sedangkan pada kentang biasa (*late corp* atau *old potato*) merupakan kentang yang dipanen pada umur sedang atau sudah waktunya panen. Ukurannya cukup besar, bertekstur keras, dan berkulit tebal. Kentang ini sangat cocok digunakan untuk dipanggang, digoreng kering atau dijadikan pure kentang (Novary, 1999).

2.4.3 Komposisi Zat Gizi Kentang

Kentang merupakan bahan pangan bersumber kalori sehingga berpotensi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan makanan lokal atau pokok seperti beras.

Tabel 2.2 Komposisi kimia umbi kentang

NO	Komposisi	Rata – Rata %	Variasi %
1	Air	77,5	63,2 – 86,9
2	Protein	2,0	0,7 – 4,6
3	Lemak	0,1	0,02 – 0,9
4	Karbohidrat	19,4	13,47 – 34,0
5	Abu	1,0	0,44 – 1,9

Sumber: (Pujimulyani, 2012)

Selain kadungan pada Tabel 2.1 kentang memiliki kandungan thiamin, zat besi, niasin, fosfor, kalium, dan vitamin C. Dalam 100g kentang terkandung 83 kalori. Selain itu, Kentang yang sudah memiliki kandungan protein 2,9%, setelah mengalami pengirisan dan pencucian turun menjadi 2,8% karena sebagian protein terlarut dalam air. Selain itu kandungan protein mengalami penurunan menjadi 2,1% akibat *diblenching* dan mengalami penurunan protein menjadi 2% (Pujimulyani, 2012).

2.4.4 Pati Kentang

Pati merupakan polimer yang tersimpan didalam granula yang berfungsi sebagai cadangan makanan pada sebagian tumbuhan. Pati memiliki kandungan yang penting yaitu amilosa linier dan amilopektin bercabang tinggi. Kandungan tersebut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja pati berdasarkan polimer.

Pati ada pada sifat kristal, sehingga dapat memperbaiki sifat dan fleksibilitas akhirnya (Balakrishnan, et al., 2017).

Pati memiliki dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, pada fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin. Pada amilosa memberikan sifat keras dan amilopektin menyebabkan sifat lengket sehingga pada kedua komponen tersebut dapat mempengaruhi sifat mekanik polimer alami yang dibentuk.

Didalam pati kentang terdapat dua polisakarida amilosa yang merupakan komponen utama dan merupakan molekul dasarnya dan amilopektin, molekul bercabang tinggi. Pati memiliki struktur yang terdiri dari heliks ganda. Pati menjadi bahan termoplastik (Rindlav-Westling, et al., 1998).

Pati dalam pencampuran dengan polimer sintesis dapat meningkatkan kemampuan biodegradasi dikarenakan terjadi peningkatan luasan permukaan polimer sebagai akibat hidrolisis pati oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang mengkonsumsi pati akan membentuk pori – pori (Park, et al., 2003).

Menurut Afifah Radiyatullah dkk, melakukan penelitian dengan menggunakan pati kentang sebagai plastik *biodegradable*, dalam penelitian yang dilakukan pengaruh berat pati dan volume plasticizer gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *blending* dengan variasi pati (10g, 15g dan 20g) dan variasi volume gliserol (0ml, 1 ml, 2 ml dan 3 ml). Hasil yang didapatkan tambahan gliserol tersebut didapatkan hasil yaitu 9,397 Mpa, 3,513 Mpa, 3,329 Mpa dan 2,753 Mpa. Begitu juga kekuatan tarik dengan berat pati 15g dengan penambahan volume gliserol yang sama kekuatan tarik yang didapat yaitu 4,024 Mpa, 3,038Mpa, 2,859 Mpa, dan 2,625 Mpa, sedangkan pada pati 20g didapatkan nilai tarik 4,239 Mpa, 3,954 Mpa, 3,401 Mpa, dan 2,67 Mpa.

2.5 Sorbitol sebagai *Plasticizer*

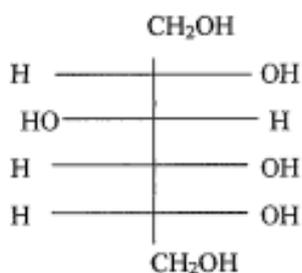
Berbagai definisi mengenai plasticizer yang sering digunakan yaitu:

1. Bahan yang memiliki berat molekul yang ditambahkan kedalam bahan polimer seperti cat, plastik atau perekat untuk meningkatkan fleksibilitasnya.

2. Dalam kemasan, platisizer adalah zat yang ditambahkan ke bahan untuk memperbaiki fleksibilitas, kemampuan kerja.
3. Platisizer memberi sifat khusus seperti tahan terhadap kondisi cuaca, fleksibilitas rendah cuaca.
4. Platisizer berinteraksi dengan rantai polimer untuk mempercepat viskoelastisitasnya. (Wypych, 2004)

Dalam kenyataannya pemakaian platisizer digunakan sebagai filler tergantung pada aplikasi material yang akan digunakan dengan memperhatikan sifat tahan airnya. dalam hal ini platisizer seperti gliserin dan senyawa yang lainnya mampu menarik uap air yang digunakan. Dan platisizer banyak digunakan untuk sebagai senyawa yang mudah larut terhadap air (sampai 83%). Selain itu sorbitol digunakan pada bahan biodegradable, kapsul gel, digunakan sebagai serat *biodegradable*. (Wypych, 2004) Sorbitol mudah larut terhadap methanol, isopropanol, butanol, sikloheksanol, fenol, aseton, asam asetat, dimetil formamida, piridin, dan asetamida. Kelarutan sorbitol baik dalam alkohol panas dan sedikit larut dalam alkohol dingin. Sorbitol memiliki sifat yang stabil terhadap asam, enzim, dan suhu sampai 140⁰C (248⁰F) (Nurdiana, 2002).

Sorbitol merupakan gula alkohol hasil reduksi dari karbohidrat yang memiliki polyol. Sorbitol dijadikan gula pengganti untuk makanan diet karena memiliki rasa yang tidak begitu manis, yaitu 60% dari manis gula sukrosa. Selain itu sorbitol memiliki kalori yang rendah yaitu 2,6 kalori/gram sedangkan pada gula mengandung 4 kalori/gram.



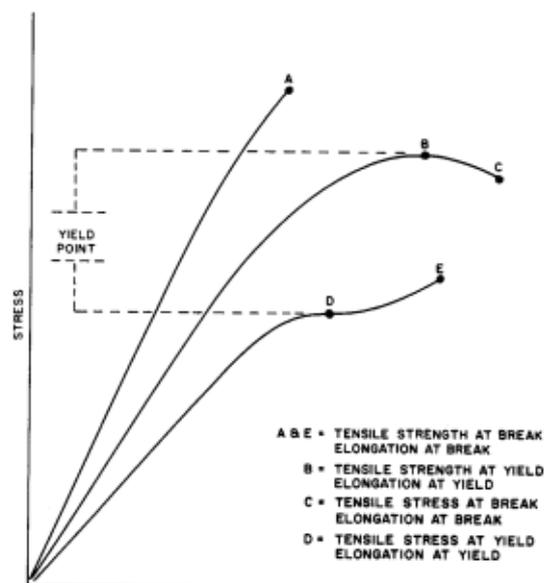
Gambar 2.1 Struktur Sorbitol (Nurdiana, 2002).

Menurut Senny Widyaningsih, *et.al.* melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan sorbitol terhadap plastik *biodegradable*. Penelitian yang

dilakukan berjudul pengaruh penambahan sorbitol dan kalsium karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi film dari pati kulit pisang, dengan hasil yang diperoleh untuk penambahan 0,4% kalsium karbonat dan 40% sorbitol dengan hasil sebesar 19,81% hasil ini memperlihatkan bahwa penambahan sorbitol yang dilakukan berbanding lurus dengan presentase *Strain* atau *elongation*, artinya semakin besar penambah sorbitol maka semakin besar nilai presentase *strain* atau *elongation*. Penambahan *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer. Hasil uji biodegradasi menunjukkan pada hari ke – 10 sudah mengalami penurunan berat dan mengalami penurunan terbesar pada penguburan setelah hari ke – 30.

2.6 Uji Tarik

Untuk membandingkan kekuatan pada tiap – tiap material perlu dilakukan beberapa bentuk pengujian standart untuk menetapkan standart. Salah satu pengujiannya yaitu uji tarik, dimana suatu material dengan penampang melingkar dikenai beban tarik yang meningkat secara bertahap sehingga terjadi kegagalan. Pengukuran perubahan panjang yang terjadi pada gauge dicatat pada setiap perubahan dengan cara ekstensometer dan grafik beban terhadap tegangan yang dihasilkan.



Gambar 2.2 Kurva Uji Tarik (ASTM D638-02, 2002)

Dari gambar 2.2 menunjukkan bahwa tegangan yang kecil ditunjukkan berupa garis lurus, ini menunjukkan bahwa regangan yang timbul sebagai akibat dari tegangan yang kecil berbanding lurus dengan besarnya tegangan yang bekerja. (Widiyono, et al., 2011)

Diagram tegangan – regangan dapat menjadi dua daerah yaitu daerah elastik dan plastik. Yang menjadi batas dari kedua daerah tersebut adalah titik luluh (*Yield Point*) pada titik C. (Widiyono, et al., 2011)

Perubahan yang ditunjukkan pada gambar 2.2 disebut sebagai regangan teknik, yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang mula – mula (L_0). Tegangan teknik dihasilkan dari nilai pembebanan yang terjadi (F) pada luas penampang awal (A_0) (E.J.Hearn, 2000).

Tegangan normal yang diakibatkan gaya tarik dapat ditentukan berdasarkan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

σ = Tegangan tarik (Mpa)

F = Gaya Tarik (N)

A_0 = Luas Penampang Spesimen mula – mula (mm^2)

Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan:

$$\varepsilon = \frac{(L - L_0)}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

ε : Regangan kedalam daya tarik (%)

ΔL : Perubahan Panjang spesimen (mm)

L : Panjang spesimen mula – mula (mm)

2.7 Uji Biodegradasi

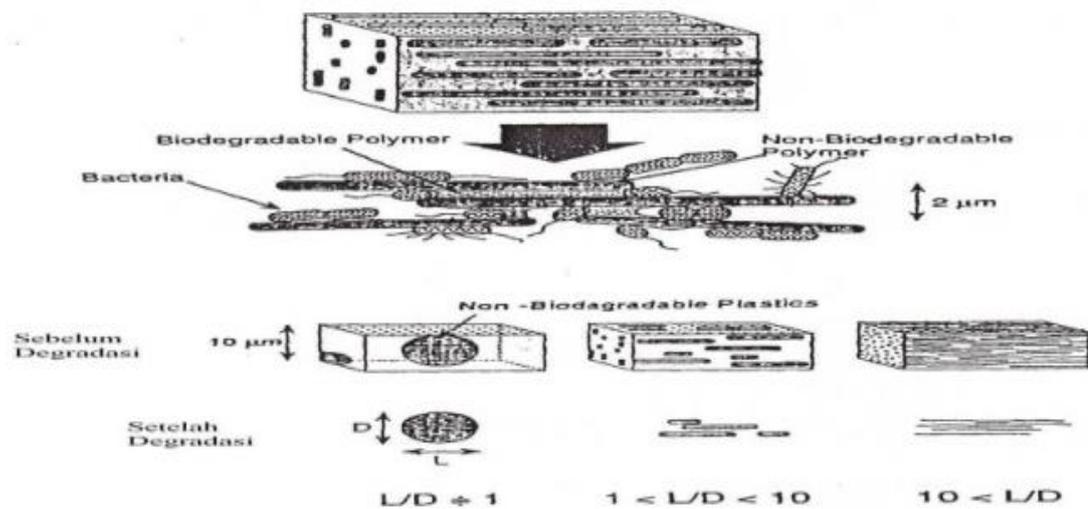
Uji biodegradasi dilakukan dengan mengkaji pengaruh lama penguburan terhadap persen kehilangan berat sampel dengan kedalaman tertentu dan dibiarkan hingga material terdegradasi sempurna (Haryati, et al., 2017). Beberapa faktor yang

mempengaruhi tingkat biodegradabilitas plastik setelah kontak dengan mikroba yaitu sifat hidrofob, bahan aditif, proses pereduksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan plastik. Semakin besar bobot molekul yang terkandung pada plastik maka semakin rendah biodegradabilitasnya. Reaksi biodegradabilitas kimia pada polimer linier menyebabkan turunnya berat molekul atau pemendekkan rantai (Widyaningsih, et al., 2012).

Proses biodegradabilitas dapat terjadi pada proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri atau jamur, degradasi mekanik (abrasi). Proses ini dapat berlangsung baik dalam kondisi aerobik dan anaerobik. Pada kondisi aerobik bisa terjadi dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat pada tanah. Biodegradasi merupakan perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. pada proses biodegradasi senyawa akan menghasilkan karbon dioksida atau metan, air dan biomassa (Ummah, 2013).

Degradasi secara umum terdiri atas 3 jenis, yakni 1. Degradasi kimia, yaitu degradasi oleh zat kimia, 2. Degradasi fisik yang meliputi degradasi termal, mekanik, radiasi dan fotooksidasi, 3. Biodegradasi oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Tingkat degradasi pada senyawa tidak hanya bergantung pada daya tahan molekul senyawa tersebut, akan tetapi juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang berbeda. Keadaan lingkungan yang dapat mempengaruhi yaitu PH, keberadaan mikroorganisme yang sesuai, konsentrasi senyawa dan konsentrasi dari substrat yang lain.

Salah satu metode pengujian *biodegradable* adalah *soill burial* (kontak langsung dengan media tanah) yang sering digunakan dalam pengujian biodegradable suatu material. Plastik *biodegradable* dengan metode pengomposan yang dapat terdegradasi oleh proses biologis untuk menghasilkan CO₂, air, senyawa organik dan biomassa pada tingkat yang sesuai dengan bahan kompos serta tidak meninggalkan residu yang beracun. Biodegradasi umumnya diukur sebagai tingkat mineralisasi, yaitu sebagai total konversi karbon organik menjadi karbon anorganik (Puspita, 2013).



Gambar 2.8 Model Penguraian Plastik *Biodegradable* (Octaviani Melzi, *et.al* 2013)

2.8 Struktur mikro

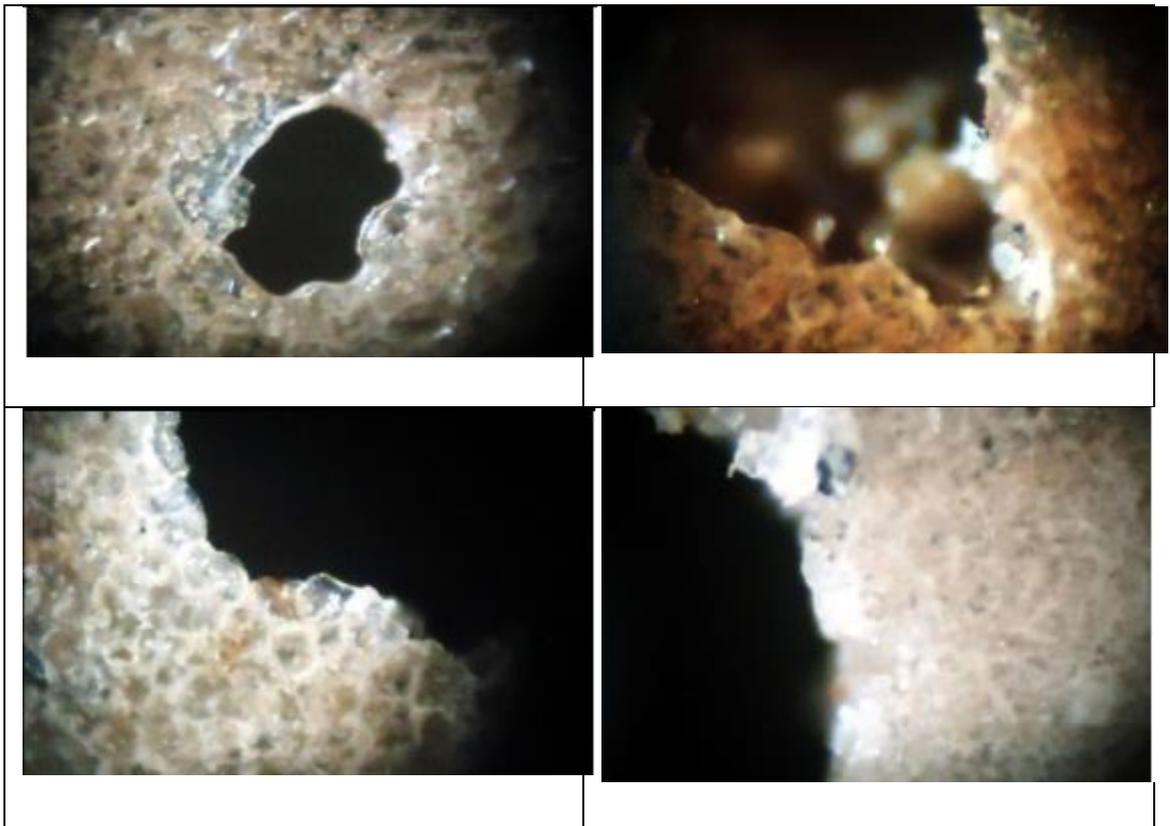
Pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop. Tujuan dari pemeriksaan optik mikrostruktur adalah mendripsikan kualitatif dan kuantitatif dari struktur mikro pada material. Struktur mikro dicirikan melalui ukuran, bentuk, susunan, jumlah jenis dan cacat fase (Geels, et al., 2007).

Mikroskop yang digunakan yaitu mikroskop digital yang merupakan mikroskop optik yang dilengkapi dengan kamera digital. Mikroskop digital merupakan variasi dari dari mikroskop yang digabungkan dengan kamera output yang berbentuk gambar digital yang dapat disambungkan ke perangkat multimedia seperti komputer. Selain menggunakan mikroskop digital, mikroskop yang sering digunakan dalam penelitian yaitu mikroskop optik. Mikroskop optik yaitu mikroskop yang menggunakan sinar sebagai penerangan dan sebuah lensa untuk memperbesar dan memperkecil gambar yang ditangkap. Pada penggunaan mikroskop optik ini dapat disambungkan melalui kmaera yang nantinya akan disambungkan pada komputer (Ilmy, 2017).

Cara kerja dari mikroskop optik sendiri adalah dari cahaya lampu yang dibiaskan oleh lensa condensor, setelah melewati lensa condensor sinar akan

menekanai spesimen dan diteruskan oleh lensa objektif. Dari lensa objektif inilah yang nantinya dapat diketahui perbesaran yang dilakukan (Ilmy, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ely Sulistya Ningsih, *et al.* yang melakukan pengujian biodegradable selama 40 hari, dari hasil biodegradasi terlihat bahwa sampel mengalami kerusakan.



Gambar 2.9 Struktur Mikro Pada permukaan Plastik *biodegradabele*

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pada penelitian yang akan dilakukan meliputi dua kegiatan utama yaitu: Proses pembuatan dan pengujian polimer komposit *biodegradable* polipropilena dengan *amylum solanum* sebagai bahan pengisi dan sarbitol sebagai platisizer. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan, Laboratorium Uji Material, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari 2018 sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan serta alat K3 yang harus digunakan pada saat penelitian. Beberapa peralatan yang akan dilakukan terdapat pada sub – sub bab dibawah ini.

3.2.1 Alat dan Bahan

- a) Peralatan yang digunakan untuk pembuatan polimer komposit *biodegradable* polipropilena dengan *amylum solanum* sebagai bahan pengisi dan sarbitol sebagai platisizer.
 1. Kompor gas
 2. Periuk aluminium
 3. Pengaduk Kayu
 4. Cetakan
 5. Timbangan digital
 6. Kain penyaring
 7. *Blender*
 8. Wadah plastik
 9. Oven

b) Peralatan Pengujian yang digunakan untuk pembuatan polimer komposit biodegradable polipropilena dengan *amylum solani* sebagai bahan pengisi dan sarbitol sebagai platisizer.

1. Alat uji tarik
2. Mikroskop
3. Jangka sorong

3.2.2 Perlatan K3

1. Sarung tangan
2. Sepatu
3. Masker

3.2.3 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan pada proses pembuatan polimer komposit *biodegradable* polipropilena dengan *amylum solany* sebagai bahan pengisi dan sarbitol sebagai platisizer.

1. Polipropilena yang berasal dari limbah gelas air mineral
2. *Amylum Solani*
3. Sorbitol
4. Air

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Langkah – Langkah Pembuatan Sempel

a) Mengisolasi *Amylum Solani*

1. Kentang dikupas terlebih dahulu, kemudian dicuci sampai bersih
2. Kentang yang telah dicuci dipotong kecil – kecil untuk lebih mudah dalam proses penghancuran
3. Kentang yang telah dihancurkan dengan menggunakan *blender*, disaring dan peras dengan menggunakan kain penyaring/kain batis ke dalam wadah
4. Filtrat yang dihasilkan kemudian didekantasi (diendapkan) selama 1 hari hingga pati mengendap

TABLE 2 Tensile Specimen Geometry Recommendations^A

Fiber Orientation	Width, mm [in.]	Overall Length, mm [in.]	Thickness, mm [in.]	Tab Length, mm [in.]	Tab Thickness, mm [in.]	Tab Bevel Angle, °
0° unidirectional	15 [0.5]	250 [10.0]	1.0 [0.040]	56 [2.25]	1.5 [0.062]	7 or 90
90° unidirectional	25 [1.0]	175 [7.0]	2.0 [0.080]	25 [1.0]	1.5 [0.062]	90
balanced and symmetric	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—
random-discontinuous	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—

^A Dimensions in this table and the tolerances of Figs. 2 or 3 are recommendations only and may be varied so long as the requirements of Table 1 are met.

Gambar 3.2 Tabel Dimensi Uji Tarik (ASTM, 2002)

Plastik yang telah dibentuk kemudian dilakukan pengujian tarik dengan mesin ujin tarik Univesal testing machine. Kekuatan tarik ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum dengan luas area spesimen plastik (mm²). Kekuatan tarik dapat dirumuskan:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan :

- σ = Kekuatan Tarik (N/mm²)
- F = Gaya Tarik (N)
- A = Luas Area Penampang (mm²)

3.4.2 Pengujian *Biodegradable*

Pengujian *biodegradable* dilakukan cara mengubur sampel kedalam media tanah dengan variasi penguburan yaitu 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu. Uji *biodegradable* mengkaji berapa lamanya penguburan terhadap persen kehilangan berat sampel. Sebelum penanaman sampel ditimbang, perlakuan ini dilakukan pada setiap sampel yang akan diuji. Persen kehilangan berat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

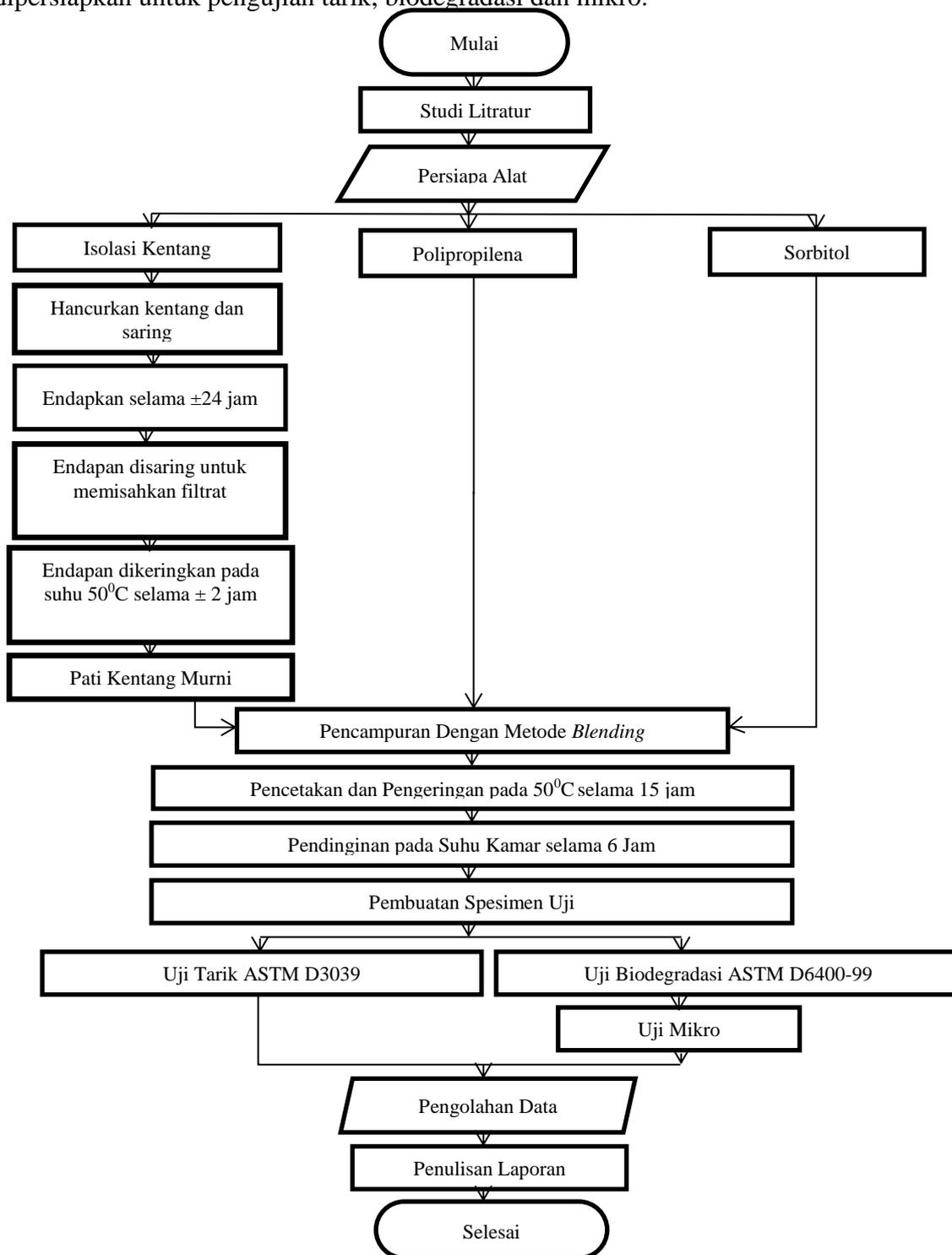
$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :

- W1 = Berat plastik Sebelum diuji Biodegradasi
- W2 = Berat plastik setelah diuji Biodegradasi

3.5 Diagram Alir

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, persiapan bahan, penimbangan bahan Polipropelina, *Amylum solani* dan sorbitol. Kemudian dilakukannya isolasi *Amylum solani* untuk mendapatkan *Amylum solany* yang murni kemudian dicampurkan dengan Polipropelina dan sorbitol dengan metode *Blending*. Sempel dipersiapkan untuk pengujian tarik, biodegradasi dan mikro.



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan analisis data hasil pengamatan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh penambahan pati terhadap kuat tarik bioplastik. Berdasarkan data yang didapat kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada spesimen dengan variasi Polipropilena 82% + Sorbitol 10% + pati 8% sebesar rata – rata 11,924MPa.
2. Pengujian Biodegradibilitas dilakukan dengan pengujian *Soil burial test*. Pada pengujian ini, persentasi tertinggi didapatkan dengan rata – rata sebesar 15,58% pada spesimen dengan variasi Polipropilena 80% + Sorbitol 10% + pati 10%.
3. Pada struktur mikro dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada masing – masing spesimen. Semakin banyak kandungan pati maka semakin banyak pori – pori yang terbentuk dan mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh mikroorganisme.

5.2 Saran

Selain pati yang divariasikan, konsentrasi sorbitol juga dapat dioptimalkan untuk memperoleh komposisi bahan yang optimal. Selain itu penggunaan pemlastis sorbitol yang seperti glioserol dapat dioptimalkan juga untuk mengetahui seberapa besar kemuluran yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, 2009. Pembuatan Komposit Dari Serat Sabut Kelapa Dan Polipropilena. *Jurnal Reaksi (Journal Of Science And Technology)*, September, Volume Vol. 7 No.15, Pp. 40-46.
- Ardiansyah, R., 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. 28 Juni.
- ASTM.D638-02, 2002, *Standart test method for tensile properties of plastics*. Philadelphia, PA : *American Society for Testing and Materials*
- Averous, L., C, F. & L, M., 2001. Plasticized Starch Cellulose Interactions In Polysaccharide Composites.. *Polymer*, 6 February, Volume Vol:42, P. 6566–6572.
- Balakrishnan, P. Et Al., 10 April 2017. Morphology, Transport Characteristics And Viscoelastic Polymer Chain Confinement In Nanocomposites Based On Thermoplastic Potato Starch And Cellulose Nanofibers From Pineapple Leaf. *Carbohydrate Polymers* , Volume 169 (2017) 176–188, Pp. 2-3.
- Basyarahil, Z. I., 2017. Karakterisasi Dan Proses Manufaktur Komposit Polypropylene Berpenguat Serat Dendrocalamus Asper Untuk Aplikasi Ruang Mesin Otomotif. Juli.
- Borghei, S. M., Khoramejadian, S., Karbassi, A. R. & Javid, A. H., 2010. Microbial Biodegradable Potato Starch Based Low Density Polyethylene. *African Journal Of Biotechnology*, 28 June, Volume Vol. 9(26), Pp. Pp. 4075-4080.
- Cowd. M. A, (1991), *Kimia Polimer*, Alih Bahasa: Harry Firman, , Penerbit Itb, Bandung, 1

- E.J.Hearn, 2000. *Mechanics Of Material 1*. 3th Penyunt. Woburn: A Division Of Reed Educational And Professional Publishing Ltd.
- Fabunmi, O. O., Jr, L. G. T., Panigrahi, S. & Chang, P. R., 2007. Developing Biodegradable Plastics From Starch. *Asabe Section Meeting Presentation*, Pp. Paper Number: Rrv-07130.
- Geels, K., Fowler, D. B., Kopp, W.-U. & Rückert, M., 2007. *Metallographic And Materialographic Specimen Preparation, Light Microscopy, Image Analysis And Hardness Testing*. West Conshohocken, Pa 19428-2959: Astm International.
- Ginting, M. H. S., Kristiani, M., Amelia, Y. & Hasibuan, R., 2016. The Effect Of Chitosan, Sorbitol, And Heating Temperature Bioplastic Solution On Mechanical Properties Of Bioplastic From Durian Seed Starch (Durio Zibehinus). *Journal Of Engineering Research And Applications*, January, Vol. 6(1 (Part - 5)), Pp. 33-38.
- Griffin, G. J. L. 1994. *Chemistry And Technology Of Biodegradable Polimer*. London : Chapman & Hall.
- Hale Berber Yamak1, *, 2016. Thermal, Mechanical And Water Resistance Properties Of Ldpe/Starch Bio-Based Polymer Blends For Food Packing Applications. *Jotcsa*, 31 October, Volume 637-656, Pp. 637-656.
- Hartanto, L., 2009. Study Perlakuan Alkali Dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, Dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester Bqtn 157. Juli.
- Haryati, S., Rini, A. S. & Safitri, Y., 2017. Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Giserol Dan Bahan Pengisi Caco3. *Jurnal Teknik Kimia*, Januari, Volume Vol.23, Pp. 1-8.

- Ilmy, M. A., 2017. Pengaruh Fraksi Voleme Fiber Glass Terhadap Sifat Mekanik Komposit Fiber Glass/Epoxy Dengan Metode V Ari. *Teknik Mesin*, Kamis Januari, Pp. 24-25.
- Junus, S., 2011. *Komposit Proses, Fabrikasi Dan Aplikasi*. Jember: Universitas Jember.
- Jones, P.M, 1975. *Mechanics Of Composite Materials*. Institute Of Technology. Southen Methodist University, Mc Graw-Hill, Dallas.
- Kolybaba. M, L.G. Tabil, S. Panigrahi., W.J. Crerar., T. Powel, And B. Wang., 2003. Biodegradable Polymers: Past, Present, And Future,. Department Of Agricultural And Bioresource Engineering, October 3-4, Pp. Rrv03-0007.
- Kusumaningrum, W. B., Rochmadi1 & Subyakto, D., 2017. Pembuatan Selulosa Terasetilasi Dari Pulp Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Serta Pengaruhnya Terhadap Sifat Mekanis Biokomposit Polipropilena. *Jurnal Reaktor*, Maret, Volume Vol. 17 No. 1, Pp. 25-35.
- Mallick, P., 1997. *Composites Engineering Handbook*. S.L.:S.N.
- Marcel Dekker Ag Penyunt., 2004. Structural Analysis Of Polymeric. Dalam: *Structural Analysis Of Polymeric*. New York: Marcel Dekker Ag., Pp. 22-25.
- Mokhtar, Munirah. 2007. *Characterization and Treatments of Pinneapple Leaf Fibre Thermoplastic Composite for Contruction Aplication*. Universiti Teknologi Malaysia: Johor baru, Malaysia
- Nayiroh, N., 2013. Klasifikasi Komposit – Metal Matrix.
- Novary, I. E. W., 1999. *Penanganan Dan Pengolahan Sayuran Segar*. 1 Penyunt. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Nugroho, Y. D., 2016. Karakteristik Komposit Serat Glass Dengan Variasi Jumlah Lapisan Serat. Mei.
- Nurdiana, D., 2002. Karakteristik Fisik Edible Dari Khitosan Dengan Sorbitol Sebagai Plastisizer. Septembe, Pp. Vi-47.
- Nurhidayat, A., 2013. Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit Hdpe Limbah-Cantula Dan Berbagai Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat. Januari.
- Oktavian Meizi., Erizak Zaini., Akmal Djamaan. 2013 Kajian Biodegradasi Film Plastik Campuran Polistiren Dengan Poli (3-Hidroksibutirat) Dalam Tanah, Vol.1(1), *Jurnal Farmasi Andalas*. Padang
- Othmer, D.F., Kirk R.E., 1966, “*Encyclopedia Of Chemical Technology*”, Vol.1, 2nd Edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley And Sons Co., New York
- Park, H. M., Lee, W. K., Park, C. Y., Cho, W. J., & Ha, C. S. (2003). Environmentally Friendly Polymer Hybrids. *Journal Of Materials Science*, 38, 909–915.
- Pranamuda, Hardaning. 2001. Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Baku Pati Tropis. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Pujimulyani, D., 2012. *Teknologi Pengolahan Sayur - Sayuran Dan Buah - Buah*. 2nd Penyunt. Indonesia: Graha Ilmu.
- Puspita, A. D., 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Struktur Mikro Dan Sifat Termal Film Plastik Berbahan Dasar Pati Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*). 29 Juli, Pp. 10-11.

- Rindlav-Westling, A., Stading, M., Hermansson, A.-M. & Gatenholma, P., 1998. Structure, Mechanical And Barrier Properties Of Amylose And Amylopectin Films. *Carbohydrate Polymers*, Pp. 217-224.
- Sadasivuni, K. Et Al., 2017. *Biopolymer Composites In Electronics*. Qatar: Matthew Deans.
- Smith, R., 2005. *Biodegradable Polymer For Industrial Applications*. 1st Penyunt. Washington: Woodhead Publishing Limited.
- Sulistijono, 2013. *Mekanika Material Komposit*. Surabaya: Its Press.
- Sulistya Ely Ningsih., Sri Mulyadi., Yuli Yetri., 2012. Modifikasi Polipropilena Sebagai Polimer Komposit Biodegradabel Dengan Bahan Pengisi Pati Pisang Dan Sorbitol Sebagai Platisizer. Vol. 1 No.1., Oktober. Pp. 2302-8491.
- Ummah, N. A., 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya*, Semarang: S.N.
- Widiyono, E., Suhariyanto & Subiyanto, H., 2011. *Teori Dan Praktikum Ilmu Bahan*, Surabaya: Pt.Pln (Persero).
- Widyaningsih, S., Kartika, D. & Nurhayati, Y. T., 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik Dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, Mei, Volume Vol.7, Pp. 69-81.
- Wypych, G., 2004. *Handbook Of Plasticizers*. 1st Penyunt. New York: William Andrew.

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Fraksi Volume Komposit

Perhitungan farksi volume Polipropelina, Pati dan Sorbitol dengan perbandingan Polipropelina/pati/sorbitol sebesar 90/0/10, 88/2/10, 86/4/10, 84/6/10, 82/8/10, dan 80/10/10. Adapun untuk perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Massa jenis Polipropelina} : 0,946 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis Pati Kentang} : 1,5 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis Sorbitol} : 1,49 \text{ g/cm}^3$$

Dimensi cetakan: Panjang (P): 15 cm

$$\text{Lebar} : 17 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal} : 0,4 \text{ cm}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 90%, 0% dan 10%.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan } V_c &= p \times l \times t \\ &= 15 \times 17 \times 0,4 \\ &= 102 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Matriks, } V_{pp} &= \frac{90}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\ &= 91,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Polipropilena} &= V_{pp} \times \rho_{pp} \\ &= 91,8 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 86,84 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Pati kentang, } V_{pk} &= \frac{0}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\ &= 0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Pati kentang} &= V_{pk} \times \rho_{pk} \\ &= 0 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Sorbitol, } V_s &= \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\ &= 10,2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Sorbitol} &= V_s \times \rho_s \\
 &= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 15,2 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 88%, 2% dan 10%.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan } V_c &= p \times l \times t \\
 &= 15 \times 17 \times 0,4 \\
 &= 102 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Matriks, } V_{pp} &= \frac{88}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\
 &= 89,76 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Polipropilena} &= V_{pp} \times \rho_{pp} \\
 &= 89,76 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 84,91 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Pati kentang, } V_{pk} &= \frac{2}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,04 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Pati kentang} &= V_{pk} \times \rho_{pk} \\
 &= 2,04 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 3,06 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Sorbitol, } V_s &= \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\
 &= 10,2 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Sorbitol} &= V_s \times \rho_s \\
 &= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 15,2 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 86%, 4% dan 10%.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan } V_c &= p \times l \times t \\
 &= 15 \times 17 \times 0,4 \\
 &= 102 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Matriks, } V_{pp} &= \frac{86}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\
 &= 87,72 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa Polipropilena} = V_{pp} \times \rho_{pp}$$

$$= 87,72 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 82,98 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Pati kentang, } V_{pk} = \frac{4}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 4,08 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Pati kentang} = V_{pp} \times \rho_{pk}$$

$$= 4,08 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 6,12 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Sorbitol, } V_s = \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Sorbitol} = V_s \times \rho_s$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 15,2 \text{ gr}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 84%, 6% dan 10%.

$$\text{Volume cetakan } V_c = p \times l \times t$$

$$= 15 \times 17 \times 0,4$$

$$= 102 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Matriks, } V_{pp} = \frac{84}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 89,76 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Polipropilena} = V_{pp} \times \rho_{pp}$$

$$= 89,76 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 84,91 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Pati kentang, } V_{pk} = \frac{2}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 2,04 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Pati kentang} = V_{pp} \times \rho_{pk}$$

$$= 2,04 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 3,06 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Sorbitol, } V_s = \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Sorbitol} = V_s \times \rho_s$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 15,2 \text{ gr}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 82%, 8% dan 10%.

$$\text{Volume cetakan } V_c = p \times l \times t$$

$$= 15 \times 17 \times 0,4$$

$$= 102 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Matriks, } V_{pp} = \frac{82}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 83,64 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Polipropilena} = V_{pp} \times \rho_{pp}$$

$$= 83,63 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 79,12 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Pati kentang, } V_{pk} = \frac{8}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 8,16 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Pati kentang} = V_{pk} \times \rho_{pk}$$

$$= 8,16 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 12,24 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Sorbitol, } V_s = \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Sorbitol} = V_s \times \rho_s$$

$$= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 15,2 \text{ gr}$$

Perbandingan Polipropilena, pati dan sorbitol 80%, 10% dan 10%.

$$\text{Volume cetakan } V_c = p \times l \times t$$

$$= 15 \times 17 \times 0,4$$

$$= 102 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Matriks, } V_{pp} = \frac{80}{100} \times 102 \text{ cm}^3$$

$$= 81,6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa Polipropilena} = V_{pp} \times \rho_{pp}$$

$$= 81,6 \text{ cm}^3 \times 0,946 \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned} &= 77,194 \text{ gr} \\ \text{Volume Pati kentang, } V_{pk} &= \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\ &= 10,2 \text{ cm}^3 \\ \text{Massa Pati kentang} &= V_{pk} \times \rho_{pk} \\ &= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 15,3 \text{ gr} \\ \text{Volume Sorbitol, } V_s &= \frac{10}{100} \times 102 \text{ cm}^3 \\ &= 10,2 \text{ cm}^3 \\ \text{Massa Sorbitol} &= V_s \times \rho_s \\ &= 10,2 \text{ cm}^3 \times 1,49 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 15,2 \text{ gr} \end{aligned}$$

Lampiran B. Perhitungan Uji Tarik

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kekuatan tarik adalah

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ (MPa)}$$

Dimana: F = beban yang diberikan pada spesimen(Kg)

A = Luas Penampang spesimen (mm²)

σ = Tegangan tarik (Mpa)

Spesimen dengan variasi Volume Pati 0%+ Sorbitol 10%+ PP90%

Pati 0%+ Sorbitol 10%+ PP90%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	4,383	52,303	8,38
2	5,935	60,499	9,81
3	4,572	42,689	10,71
Rata -Rata	4,963	51,830	9,633
Standar Deviasi	0,847	8,915	1,175
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	17,061%	17,200%	12,20%

Spesimen dengan variasi Volume Pati 2%+ Sorbitol 10%+ PP88%

Pati 0%+ Sorbitol 10%+ PP90%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	4,509	47,649	11,44
2	6,185	57,750	10,71
3	4,591	73,085	10,05
Rata -Rata	5,095	59,494	10,733
Standar Deviasi	0,945	12,807	0,695
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	18,545%	22%	6,48%

Spesimen dengan variasi Volume Pati Pati 4%+ Sorbitol 10%+ PP86%

Pati 4%+ Sorbitol 10%+ PP86%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	5,451	43,125	12,64
2	6,21	65,714	9,45
3	7,345	70,761	10,38
Rata -Rata	6,335	59,867	10,823
Standar Deviasi	0,953	14,717	1,641
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	15,046%	24,583%	15,16%

Spesimen dengan variasi Volume Pati Pati 6%+ Sorbitol 10%+ PP84%

Pati 6%+ Sorbitol 10%+ PP84%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	11,186	60,261	14,97
2	10,396	66,209	15,7
3	9,793	69,982	15,7
Rata -Rata	10,458	65,484	16,653
Standar Deviasi	0,699	4,901	0,422
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	6,680%	0,075	2,53%

Spesimen dengan variasi Volume Pati Pati 8%+ Sorbitol 10%+ PP84%

Pati 8%+ Sorbitol 10%+ PP82%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	12,193	65,695	18,56
2	12,591	64,802	19,43
3	10,988	57,528	19,1
Rata -Rata	11,924	62,675	17,83
Standar Deviasi	0,835	4,479	0,439
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	7,000%	7,147%	2,46%

Spesimen dengan variasi Volume Pati Pati 10%+ Sorbitol 10%+ PP80%

Pati 10%+ Sorbitol 10%+ PP80%			
Spesimen	Kekuatan Material (Mpa)	Modulus Elastisitas	Elongasi %
1	10,12	53,887	14,32
2	11,53	60,780	14,93
3	10,62	55,486	15,43
Rata -Rata	10,957	56,718	14,893
Standar Deviasi	0,584	2,946	0,556
<i>Coefficient of Varian (%)</i>	5,33%	5,19%	3,733

Lampiran C. Perhitungan Pengujian Biodegradable

Pada pengujian biodegradable dilakukan penguburan selama 30 hari dengan pengambilan data selama 7 hari sekali. Persamaan yang digunakan unruk pengujian biodegradable adalah:

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

Dari rumus diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

Konsentrasi	Pengulangan	%Kehilangan Berat					
		1	2	3	4	Rata - rata	
PP 90%+Sorbitol 10%+Pati 0%	1	0,43%	0,87%	1,31%	2,13%	1,19%	1,49%
	2	0,58%	1,47%	2,29%	2,82%	1,79%	
PP 88%+Sorbitol 10%+Pati 2%	1	0,95%	4,09%	5,12%	6,10%	4,07%	4,43%
	2	0,79%	4,02%	6,40%	7,97%	4,80%	
PP86%+Sorbitol 10%+Pati 4%	1	0,88%	4,90%	5,71%	10,39%	5,47%	5,44%
	2	0,37%	3,58%	6,49%	11,19%	5,41%	
PP 84%+Sorbitol 10%+Pati 6%	1	5,39%	7,43%	13,40%	16,44%	10,67%	11,37%
	2	5,75%	8,04%	15,35%	19,18%	12,08%	
PP 82%+Sorbitol 10%+Pati 8%	1	5,69%	9,78%	15,71%	19,28%	12,62%	11,77%
	2	3,35%	7,28%	15,70%	17,40%	10,93%	
PP 80%+Sorbitol 10%+Pati 10%	1	6,97%	18,93%	32,06%	38,85%	24,20%	24,68%
	2	7,15%	20,41%	33,89%	39,22%	25,17%	

Lampiran C. Kegiatan



Pati Kentang setelah di Oven



Oven



Polipropilena



Sorbitol



Spesimen



Spesimen



Mesin Uji Tarik



Mikroskop



Jangka Sorong



Cetakan



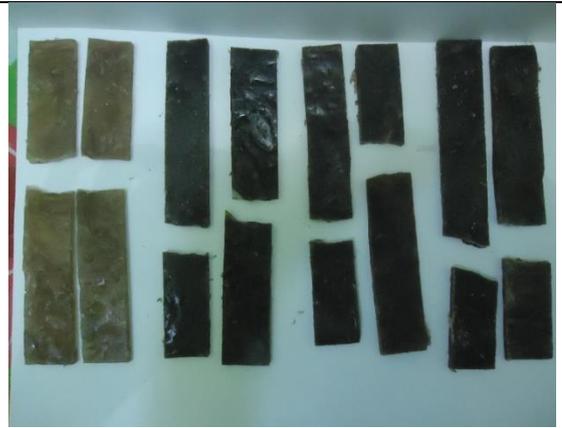
Kentang



Spesimen Uji *Biodegradable*



Spesimen Uji Tarik



Spesimen Uji Tarik