

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN
PLASTICIZER GLISEROL DAN ZINC OXIDE (ZNO)
SEBAGAI PENGUAT**

SKRIPSI

Oleh :
Ririn Dwi Eristina
145090307111009



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018



**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN
PLASTICIZER GLISEROL DAN ZINC OXIDE (ZNO)
SEBAGAI PENGUAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Oleh :
Ririn Dwi Eristina
145090307111009



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN
PLASTICIZER GLISEROL DAN *ZINC OXIDE (ZNO)*
SEBAGAI PENGUAT**

Oleh :
RIRIN DWI ERISTINA
145090307111009

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada Tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I



Pembimbing II

Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si.
NIP. 19560617.198602.2.001

Muhammad Ghufron, S.Si., M.Si
NIP. 19880727.201404.1.002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya

Prof. DR. Rer. Nat. Muhammad Nurhuda
NIP. 196409101.199002.1.001





LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIRIN DWI ERISTINA
NIM : 145090307111009
Jurusan : FISIKA
Penulis Skripsi berjudul :

“PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN PLASTICIZER GLISEROL DAN ZINC OXIDE (ZNO) SEBAGAI PENGUAT”

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 11 Mei 2018

Yang menyatakan,

(Ririn Dwi Eristina)
NIM. 145090307111009



PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN PLASTICIZER GLISEROL DAN ZINC OXIDE (ZNO) SEBAGAI PENGUAT

ABSTRAK

Bioplastik adalah plastik ramah lingkungan yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Penggunaan pati ubi kayu sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik memiliki potensi besar karena di Indonesia ada banyak tanaman ubi kayu. Telah dilakukan pembuatan bioplastik menggunakan bahan dasar pati ubi kayu dengan kitosan sebagai pengawet, pemlastis gliserol dan *zinc oxide* sebagai penguat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik bioplastik pati ubi kayu dengan *plasticizer* gliserol dan ZnO sebagai penguat. Tahap pertama pembuatan pati ubi kayu menggunakan metode *blending*. Tahap kedua pengenceran kitosan dengan variasi penambahan kitosan 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Tahap ketiga dicampurkan variasi penambahan kitosan, pati, gliserol, dan *zinc oxide*. Hasil uji tarik menunjukkan sampel yang memiliki kuat tarik terbaik pada penambahan kitosan 2% sebesar 12,12 MPa. Sedangkan pada penambahan kitosan 4% hingga 10% mengalami penurunan kuat tarik. Nilai elongasi terbaik pada penambahan kitosan 2% sebesar 47,22%. Pada uji ketahanan air yang memiliki daya serap air terendah dihasilkan pada penambahan kitosan 10% sebesar 1,85%. Persen perubahan massa terkecil pada sampel dengan kandungan kitosan 10% dan lama penyimpanan 28 sebesar 1,407%. Pada uji ketahanan udara nilai kuat tarik meningkat hingga 21 hari dan menurun pada 28 hari. Uji ketahanan udara dengan lama penyimpanan 21 hari dan kitosan 0% memiliki nilai kuat tarik tertinggi sebesar 38,16 MPa.

Kata kunci : *Bioplastik, kitosan, pati ubi kayu, zinc oxide, gliserol*



repository.ub.ac.id

THE EFFECT OF ADDITION CHITOSAN TO THE MECHANIC PROPERTIES OF BIOPLASTIC CASSAVA STARCH WITH PLASTICIZER GLYCEROL AND ZINC OXIDE (ZNO) AS REINFORCEMENT

ABSTRACT

Bioplastics are eco-friendly plastics that are easily degraded by microorganisms. The use of cassava starch as a basic ingredient of bioplastic has great potential because Indonesia there are a lot of cassava plant. Bioplastics has been made using wood base material with chitosan as a preservative, glycerol and ZnO as a reinforcer. This study aims to determine the effect of chitosan's addition to the mechanical properties of bioplastic cassava starch with glycerol and zinc oxide (ZnO) plasticizer as an amplifier. The first process began with making cassava starch using blending method. The second stage of chitosan dilution with chitosan varied by 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. The third stage is mixed with the addition of chitosan, starch, glycerol, and *zinc oxide*. The tensile strength test result showed that the best sample at 2% addition of chitosan that has 12,12 MPa. While in the addition of chitosan 4% to 10% decreased tensile strength value. The best elongation value is in chitosan analysis 2% which has 47.22%. In the water resistance test that has the lowest water absorption is generated at the addition of 10% chitosan by 1.85%. Percent of the lowest mass change in sample where chitosan content 10% and long storage 28 amounted to 1.407%. In the air resistance test the value of tensile strength increased to 21 days and decreased at 28 days. Air endurance test with 21 days storage time and 0% chitosan have highest score of 38.16 MPa.

Keywords: *Bioplastic, chitosan, cassava starch, zinc oxide, glycerol*



KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Ubi Kayu Dengan *Plasticizer* Gliserol Dan *Zinc Oxide* (Zno) Sebagai Penguat”**. Skripsi ini disusun berdasarkan data penelitian yang dilakukan sejak bulan oktober 2017 hingga Maret 2018. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu atas doa, dukungan, restu dan motivasi yang tak pernah putus.
2. Bapak Prof.Dr.rer.nat Muhammad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA.
3. Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muhammad Ghufron, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu, kritik, saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Mauludi Ariesto Pamungkas, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat kepada penulis.
6. Ibu DR. Eng. Masrurroh, M.Si. selaku ketua prodi Fisika.
7. Dosen-dosen dan staff Jurusan Fisika dalam pelayanan akademis yang telah diberikan selama ini kepada penulis.
8. Keluarga penulis yang selalu memberi kasih sayang, semangat, dan motivasi kepada penulis yang tidak ternilai jumlahnya.
9. Teman-teman jurusan Fisika angkatan 2014, terima kasih atas dukungan dan semangat kebersamaan.
10. Teman-teman seperjuangan Junaydi Rohmad, Nova Fathur R, Lita, Amalia Adhani, Ahmad Arif Amirullah, Riky Dwi Susilo, Bayu Romadhona, Yofinda Eka Setiawan, Hany Putri

repository.ub.ac.id

Yuliati, Puguh Adi, Kholy dan semua yang tidak dapat disebutkan.

Penulis sangat sadar apabila dalam proses penulisan tugas akhir ini banyak sekali kesalahan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat berharap adanya kritik dan saran sehingga dapat menjadikan proposal tugas akhir ini lebih baik lagi.

Akhir kata, penulis berharap semoga proposal tugas akhir ini bermanfaat tidak hanya untuk penulis, namun juga untuk semua pihak yang membacanya.

Malang, 11 Mei 2018



Penulis

DAFTAR ISI

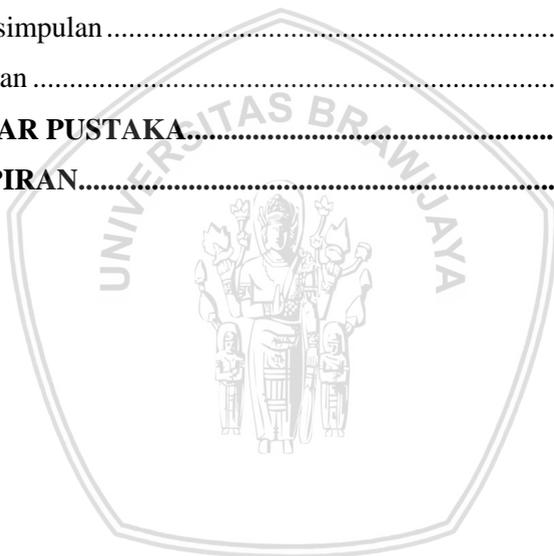
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Polimer.....	5
2.2 Bioplastik.....	5
2.3 Pati.....	6
2.4 Ubi Kayu.....	9
2.5 Zat Pemplastis (<i>Plasticizer</i>).....	10
2.6 Kitosan.....	10
2.7 Zinc Oxide.....	11
2.8 Asam Asetat.....	12



2.9 Gliserol.....	13
2.10 Melt Intercalation.....	14
2.11 Uji Tarik.....	15
A. Tegangan	16
B. Regangan	16
2.12 Uji Ketahanan Air	17
2.13 Uji Ketahanan Udara.....	17
BAB III METODOLOGI.....	19
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Tahapan Penelitian	19
3.3.1 Persiapan Bahan	19
3.3.2 Pembuatan Bioplastik	21
3.4 Pengujian Sampel Bioplastik	22
3.4.1 Uji Tarik	22
3.4.2 Uji Daya Serap Air	24
3.4.3 Uji Ketahanan Udara	24
3.5 Alur Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Pati Ubi Kayu	27
4.2 Hasil Pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan.....	27
4.3 Sifat Mekanik Sampel Bioplastik.....	29
4.3.1 Kekuatan Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	29
4.3.2 Persen Pemanjangan Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	33



4.4 Uji Ketahanan Air Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	35
4.5 Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	38
4.5.1 Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	39
4.5.2 Kuat Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan Terhadap Lama Penyimpanan ...	41
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	55





(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur molekul dari kandungan pati (a) Amilosa (b) Amilopektin (Ratnayake, 2009).....	7
Gambar 2. 2 Ubi Kayu	9
Gambar 2. 3 Struktur kristal Zinc oxide (a) <i>wurtzite</i> (b) <i>blended</i> (Wang Z. L., 2008)	12
Gambar 2. 4 Gliserolisis Lemak.....	13
Gambar 2. 5 Ilustrasi dari berbagai komposit yang dapat terbentuk dari interaksi antara layered silicate dan polimer (a) <i>Phase – separated composite</i> (b) <i>intercalated composite</i> (c) <i>exfoliated composite</i> (Fauze A. Aouada, 2011).....	14
Gambar 2. 6 Ilustrasi metode Melt Intercalation (Ray, S & Okamoto, 2003)	14
Gambar 2. 7 Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Poeng, 2004).....	17
Gambar 3. 1 Alat Uji Tarik Strength ZP Recorder 50 N Imada.....	23
Gambar 3. 2 Ukuran Sampel Uji Tarik	23
Gambar 4. 1 Pati Ubi Kayu.....	27
Gambar 4. 2 Sampel Hasil pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan.....	28
Gambar 4. 3Hasil Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu.....	30
Gambar 4. 4Sampel Bioplastik Setelah Pengujian Kuat Tarik.....	31
Gambar 4. 5 Grafik Kuat Tarik sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan.....	32
Gambar 4. 6 Grafik Persen Pemanjangan Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan	34
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Ketahanan Air Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan.....	36
Gambar 4. 8 Sampel Uji Ketahanan Air Bioplastik Pati Ubi Kayu (a)Sebelum Pengujian (b)Sesudah Pengujian	38

Gambar 4. 9 Hasil (a) Sebelum (b) Sesudah Pengamatan Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Selama 3 Bulan39

Gambar 4. 10 Grafik Persen Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan ...40

Gambar 4. 11 Grafik Kuat Tarik (Mpa) Terhadap Lama Penyimpanan Bioplastik42

Gambar 4. 12 Persen Pemanjangan Terhadap Lama Penyimpanan Bioplastik45



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Pati.....	8
Tabel 2. 2 Kandungan Pati Beberapa Bahan Pangan	8
Tabel 3. 1 Komposisi Pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan.....	21
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Ketebalan Sampel bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan.....	28
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	31
Tabel 4. 3 Hasil Uji Ketahanan Air Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan	35
Tabel 4. 4 Hasil Persen Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	39
Tabel 4. 5 Hasil Hubungan Kuat Tarik dengan Lama Penyimpanan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	42
Tabel 4. 6 Hasil Persen Pemanjangan dengan Lama Penyimpanan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan	44





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Penambahan Kitosan 0%	55
Lampiran 1. 2 Penambahan Kitosan 2% (0,1 g).....	55
Lampiran 1. 3 Penambahan Kitosan 4% (0,2 g).....	56
Lampiran 1. 4 Penambahan Kitosan 6% (0,3 g).....	56
Lampiran 1. 5 Penambahan Kitosan 8% (0,4 g).....	57
Lampiran 1. 6 Penambahan Kitosan 10% (0,5 g).....	57
Lampiran 1. 7 Data Hasil Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pada Uji Ketahanan Udara Terhadap Penambahan kitosan 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%	58
Lampiran 1. 8 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 0% Kitosan	64
Lampiran 1. 9 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 2 % Kitosan	64
Lampiran 1. 10 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 4% Kitosan	65
Lampiran 1. 11 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 6% Kitosan	65
Lampiran 1. 12 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 8% Kitosan	66
Lampiran 1. 13 Grafik Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik 10% Kitosan	66
Lampiran 1. 14 Persamaan perhitungan data hasil uji mekanik	67
Lampiran 1. 15 Alat dan Bahan Penelitian.....	68
Lampiran 1. 16 Data Suhu dan Kelembaban Sampel Bioplastik	71
Lampiran 1. 17 Perhitung Data Hasil Uji Mekanik Sampel Bioplastik	72
Lampiran 1. 18 Perhitung Data Hasil Persen Perubahan Massa Sampel Bioplastik	75





(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan plastik semakin meningkat dari waktu ke waktu. Plastik berasal dari bahan polimer sintetis yang terbuat dari petroleum atau minyak bumi yang tidak dapat diperbarui dan jumlahnya semakin menipis. Plastik konvensional bersifat tahan lama dan sulit untuk terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan (Darni, 2008). Hal ini berdampak pada pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas air dan tanah. Solusi dari masalah ini adalah mengganti bahan dasar plastik konvensional menjadi bahan yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme yaitu bioplastik (*biodegradabel*).

Secara umum, bioplastik merupakan plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami sehingga ramah terhadap lingkungan. Bioplastik adalah plastik yang dapat diperbarui karena senyawa penyusunnya berasal dari tanaman diantaranya pati, selulosa, dan lignin serta hewan seperti kasein, protein dan lipid (Averous, 2008). Pati banyak digunakan dalam pembuatan bioplastik karena berdasarkan hasil penelitian bioplastik berbahan baku pati lebih bagus. Ubi kayu memiliki kandungan pati sebesar 90% sehingga berpotensi menghasilkan bioplastik dengan kualitas yang baik serta mudah didapatkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agustin dan Padmawijaya, 2016 yaitu pengaruh penambahan komposisi pati kulit pisang Kepok, kitosan, gliserol dan *zinc oxide* (ZnO) sebagai bahan penguat dengan variasi penambahan kitosan sebesar 1%, 2%, dan 4%. Penambahan kitosan 4% mampu meningkatkan nilai ketahanan air. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumawardhani, 2017 yaitu pengaruh komposisi *Zinc Oxide* terhadap sifat mekanik bioplastik pati ubi kayu dengan *plasticizer*

sorbitol dan gliserol didapatkan hasil penambahan ZnO terbaik pada komposisi ZnO 10% dengan kuat tarik sebesar 3,63 MPa. Namun nilai daya serap air yang tinggi menyebabkan bioplastik mudah rusak. Berdasarkan kedua penelitian sebelumnya, diperoleh gagasan untuk membuat material bioplastik berbahan dasar pati ubi kayu dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol dengan penguat ZnO yang diharapkan memiliki nilai kuat tarik, elastisitas yang tinggi dan tidak mudah rusak saat terkena air. Kitosan memiliki sifat mekanik yang getas dan sulit untuk dirobek. Alasan penambahan kitosan pada komposisi bioplastik yaitu, kitosan berfungsi sebagai pengawet yang mempunyai sifat mekanik baik, tidak beracun, biodegradeble, dan hidrofobik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik bioplastik pati ubi kayu dengan gliserol dan ZnO supaya dapat memperbaiki sifat mekanik dari bioplastik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun dalam penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan kitosan dengan pemlastis gliserol dan penguat *Zinc Oxide* (ZnO) terhadap sifat mekanik bioplastik dengan pati ubi kayu?
2. Bagaimana pengaruh penambahan kitosan terhadap pengujian ketahanan air bioplastik yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kitosan terhadap pengujian ketahanan udara berdasarkan lama penyimpanan bioplastik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis pengaruh penambahan kitosan dengan pemlastis gliserol dan penguat *Zinc Oxide* (ZnO) terhadap sifat mekanik bioplastik.
2. Menganalisis pengaruh penambahan kitosan dengan pemlastis gliserol dan penguat *Zinc Oxide* (ZnO) terhadap pengujian ketahanan air bioplastik.
3. Menganalisis pengaruh penambahan kitosan dengan pemlastis gliserol dan penguat *Zinc Oxide* (ZnO) terhadap pengujian ketahanan udara bioplastik berdasarkan lama penyimpanan bioplastik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Metode yang digunakan adalah metode *melt intercalation*.
2. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik, ketahanan udara pada bioplastik dengan variasi waktu 7, 14, 21, dan 28 hari.
3. Uji ketahanan daya serap air dilakukan dengan waktu 20 menit

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengoptimalkan penggunaan ubi kayu yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia sebagai plastik *biodegradable* menggantikan plastik konvensional.
2. Memberikan informasi tentang bioplastik dari pati ubi kayu dengan penambahan kitosan dan penguat *Zinc Oxide* (ZnO) untuk menghasilkan plastik yang kuat namun dapat terurai secara alami.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polimer

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia atau KBBI, istilah polimer ialah zat yang dihasilkan dengan polimerisasi dari banyak molekul dengan satuan struktur memiliki rantai panjang, lurus, bercabang, ataupun menyilang yang berulang.

Polimer adalah senyawa molekul yang memiliki massa molar tinggi, dan terbuat dari banyak unit berulang. Sifat fisik dari polimer dikenal sebagai makromolekul ini berbeda jauh dari sifat molekul biasa yang kecil. Polimer alami adalah protein asam nukleat, selulosa (polisakarida), dan karet (*poliisoprena*) kebanyakan polimer sintetik adalah senyawa organik. Contoh umumnya adalah nilon, poli (*heksametilena adipamida*); dacron, poli (*etilena tereftalat*); dan *plexiglas*, poli(*metil metakrilat*) (Chang, 2004).

2.2 Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik mudah terdegradasi oleh mikroorganisme menjadi air dan gas karbon dioksida setelah dibuang ke lingkungan. Bioplastik memiliki sifatnya yang dapat kembali ke alam, bioplastik termasuk bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan.

Bioplastik adalah jenis plastik yang memiliki struktur molekul yang dapat terdegradasi secara biologis sehingga rentan terhadap kinerja mikroorganisme (Kitamoto, 2011). Plastik biodegradabel atau bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari senyawa-senyawa yang mudah ditemukan di alam. Sifat fleksibel, dapat dicetak, tidak berbau, mampu menghambat keluar masuknya gas, transparan dan bersifat ramah lingkungan. Plastik ini berbeda dengan plastik konvensional sehingga dapat menciptakan

permintaan dan mengembangkan standarisasi sesuai metode uji biodegradasi dari bahan polimer (Gartiser,1998).

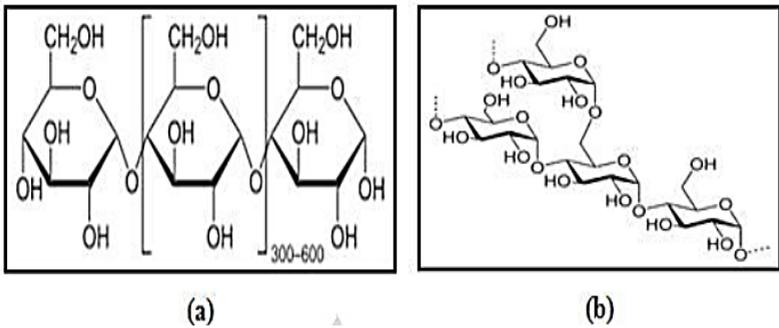
Teknologi bioplastik adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik konvensional (Darni, 2008). Selain untuk kemasan, bioplastik juga dapat dimanfaatkan dalam bidang medis dan farmasi antara lain untuk peralatan bedah, benang bedah, kain penyeka, pembalut luka, pengganti tulang (Kolybaba,2003). Pembuatan bioplastik ini dapat dilakukan melalui proses fermentasi dengan bakteri atau dengan metode yang lebih sederhana yaitu mencampurkan polimer alami seperti selulosa dengan bahan tambahan antara lain plastisizer (Ningsih,2010).

Bioplastik yang terbuat dari bahan dasar pati atau amilum dapat didegradasi bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* dengan cara memutus susunan rantai polimer menjadi monomernya. Senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbondioksida dan air juga menghasilkan asam organik dan aldehyd yang aman bagi lingkungan. Bioplastik yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya. Dengan adanya bioplastik ini akan meningkatkan kualitas tanah karena hasil dari penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Droste, 1997).

2.3 Pati

Pati tersusun dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Struktur amilosa lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Sedangkan struktur amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa serta titik percabangan merupakan ikatan α -(1,6). Amilosa memberikan sifat keras dan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Kadar amilosa dan amilopektin akan

mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk.



Gambar 2. 1 Struktur molekul dari kandungan pati (a) Amilosa (b) Amilopektin (Ratnayake, 2009)

Struktur kimia pati merupakan campuran polimer rantai lurus amilosa dan rantai bercabang amilopektin. Proporsi amilosa dan amilopektin menentukan sifat-sifat pati. Jika kandungan amilosa dalam pati meningkat maka viskositas dan kekuatan gel dari pasta pati juga meningkat. Bahkan amilosa murni menghasilkan film yang kuat. Rasio amilosa dan amilopektin pati tergantung pada sumbernya. Pati yang berasal dari tapioka akan berbeda dibandingkan dengan pati dari kentang atau pati sagu. Pati merupakan karbohidrat tersebar dalam tanaman terutama tanaman berklorofil. Bagi tanaman pati merupakan cadangan makanan yang terdapat pada biji, batang, dan umbi tanaman (Ben, 2007). Pati merupakan campuran amilosa dan amilopektin yang merupakan polimer D-Glukosa. Jenis pati yang diperoleh dari tapioka memiliki kadar amilosa 20-30 % (b/b) (Powell, 2002).

Tabel 2. 1 Karakteristik Pati

Jenis Pati	Bentuk Granula	Ukuran Granula (μm)	Kandungan Amilosa : Amilopektin
Beras	Poligonal	3-8	17:83
Singkong	Oval	4-35	18:82
Ubi jalar	Poligonal	16-25	19:81
Talas	Oval	3-30	22:78
Kentang	Bundar	15-100	24:76
Gandum	Elips	2-35	25:75
Jagung	Poligonal	5-25	26:74

Komposisi terbesar yang terkandung dalam ubi kayu adalah pati sebesar 90% dalam basis kering, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2. 2Kandungan Pati Beberapa Bahan Pangan

Bahan Pangan	Pati (% dalam basis kering)
Biji gandum	67
Beras	89
Jagung	57
Biji sorghum	72
Kentang	75
Ubi Jalar	90
Singkong	90
Talas	68.24-72.61

2.4 Ubi Kayu

Tanaman ubi terbentuk dari akar yang berubah bentuk dan fungsinya yaitu sebagai tempat penyimpanan makanan cadangan. Ubi biasanya berbentuk bulat memanjang, daging ubi memiliki kandungan zat pati, berwarna putih gelap atau kuning gelap, dan tiap tanaman menghasilkan 5-10 ubi. Ubi kayu dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman ini diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (biji berkeping dua)
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz <i>sin.</i> <i>M. Utilissima</i> Pohl.



Gambar 2. 2 Ubi Kayu

Ubi kayu (*manihot utilissima*) memiliki karakteristik mengandung kadar air sebesar 65% dan kadar pati tinggi sebesar 34,6% serta sianida (HCN). Ubi kayu di bagi menjadi 2 yaitu ubi kayu jenis pahit dan ubi kayu tidak pahit. Pada umumnya ubi kayu tidak pahit di gunakan untuk konsumsi, sedangkan ubi pahit yang mengandung sianida tinggi digunakan untuk industri setelah melalui proses pengolahan (Rukmana,1997).

2.5 Zat Pemlastis (*Plasticizer*)

Plasticizer adalah suatu bahan yang memiliki bobot molekul rendah yang ditambahkan pada bahan dan untuk meningkatkan elastisitas (Gennadios, 2002). Definisi *plasticizer* secara umum yaitu untuk meningkat nilai elastisitas, permeabilitas film terhadap gas, uap air, dan zat-zat terlarut, dan juga dapat menurunkan daya kohesi film, meningkatkan daya rentang, mempertipis hasil film yang terbentuk dan menghaluskan film (Caner et al., 1998).

Dalam pembuatan film pati diperlukan tambahan bahan aditif untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik, lunak, ulet, dan kuat. Untuk itu ditambahkan zat cair atau padat supaya meningkatkan sifat plastisitasnya. Proses tersebut dikenal dengan plastisasi dan zat yang ditambahkan disebut pemlastis. Pemlastis dapat meningkatkan elastisitas bahan, membuat lebih tahan beku dan menurunkan suhu alir sehingga pemlastis biasa disebut antibeku. Pemlastis mempengaruhi semua sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elastisitas kekerasan, sifat listrik, dan suhu alir, suhu transisi kaca (M. Tietz, 2008).

Prinsip proses plastisasi adalah dispersi molekul pemlastis ke dalam polimer. Ketika pemlastis memiliki gaya interaksi dengan polimer, proses dispersi berlangsung dalam skala molekul dan larutan polimer-pemlastis terbentuk. Sifat fisik dan mekanis antara polimer-pemlastis merupakan fungsi dari distribusi dan sifat komposisi pemlastis. Karakteristik polimer yang terplastisasi dapat dilakukan dengan variasi komposisi pemlastis yang ditentukan (Nugroho, 2012).

2.6 Kitosan

Kitosan merupakan polimer rantai panjang tersusun dari monomer-monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa). Kitosan adalah polisakarida alami yang dihasilkan dari proses deasetilasi (penghilangan gugus-COCH₃) kitin. Kitin adalah

penyusun utama berasal dari hewan air golongan *crustacea* seperti udang dan kepiting (Goosen, 1997). Menurut Knorr (1984), berat molekul kitosan sebesar $1,036 \times 10^6$ Dalton. Berat molekul tergantung pada degradasi pada saat proses pembuatan. Ketika semakin banyak gugus asetil yang hilang dari polimer kitin, maka akan mempengaruhi berat molekul yang semakin rendah pula dan interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitosan akan semakin kuat (Ornum, 1992).

Kitosan larut dalam asam seperti asam asetat, asam laktat atau asam organik (adipat), asam mineral (HCL, HNO₃) pada konsentrasi 1% yang mempunyai daya larut terbatas pada asam fosfat, dan tidak larut dalam asam sulfat. Kitosan mempunyai derajat reaksi kimia yang tinggi karena memiliki gugus fungsional yaitu gugus amina (Johnson and Peniston, 1982).

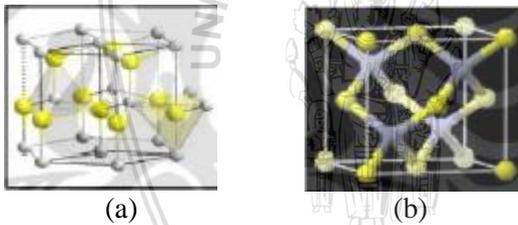
Kitosan dan kitin mempunyai senyawa kimia yang mudah menyesuaikan diri, hidrofilik, memiliki reaktivitas kimia tinggi (mengandung gugus OH dan NH₂). Selain itu, kitosan dan kitin memiliki ketahanan kimia cukup baik yaitu kitosan larut dalam larutan asam tetapi tidak larut pada basa (Muzzarelli et al., 1990).

2.7 Zinc Oxide

Zinc oxide adalah semikonduktor paduan II-VI mempunyai lebar celah pita sebesar 3,2 eV. Struktur kristal pada *zinc oxide* dibagi menjadi tiga bentuk yaitu *wurtzite*, *zinc blende*, dan *cubic rock salt*. *Zinc oxide* memiliki bentuk dominan *wurtzite* karena yang paling stabil pada suhu ruang dan tekanan. Bentuk heksagonal terdiri dua sub kisi yaitu Zn²⁺ dan O²⁻ dimana bergantian membentuk bidang dasar. Bilangan koordinasi seng berpindah ke bilangan koordinasi oksigen yang dikelilingi oleh empat kation dan empat anion pada sudut tetrahedron dan sebaliknya. Susunan atom tetrahedral dalam struktur *non-centrosymmetric* yang menghasilkan momen dipole. Karakteristik dari *zinc oxide wurtzite* yaitu menghasilkan beberapa sifat unik seperti piezoelektrik. Struktur

pada zinc blende dapat terbentuk ketika suatu kristal tumbuh pada substrat kubik. Seperti struktur *rock salt*, *zinc blende* merupakan struktur kristal kubik namun jumlah bilangan koordinasinya yaitu empat. Pada struktur ini ditandai dengan dua struktur kubik yang saling berpusat ke permukaan yang dibentuk oleh anion dan kation saling bergantian. Sebuah sel unit untuk struktur dapat dibuat dengan anion menempati pusat permukaan dan sudut kubus dan kation menempati setengah dari posisi tetrahedral (Callister, 2007).

ZnO terbukti memiliki efek antimikroba terhadap bakteri gram positif dan ragi (Vijaya Kumar, 2003) menyatakan struktur kristal ZnO menghasilkan inhibitor potensi mikroba dalam makanan menggunakan pendekatan sistem dengan antimikroba lain. Penggabungan *Zinc oxide* untuk film pati menurun terhadap kelembaban plastik karena sifat hidrofobik ikatan tersebut.



Gambar 2. 3 Struktur kristal Zinc oxide (a)*wurtzite* (b)*blende*
(Wang Z. L., 2008)

2.8 Asam Asetat

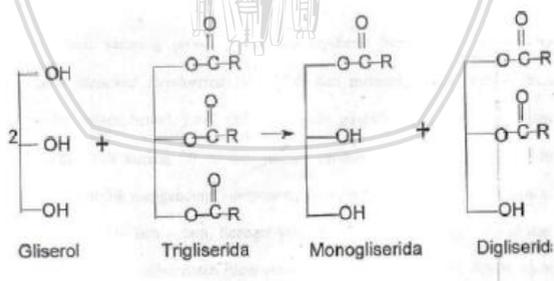
Asam asetat disebut *acetic acid* atau ethanoic acid yang tergolong dalam golongan gugus karboksil (-COOH) dan memiliki rumus kimia dari asam asetat (CH₃-COOH). Karakteristik dari gugus karboksil yaitu bersenyawa polar karena adanya ikatan polar O-H dan C=O, mempunyai strong hydrogen bonding serta kemampuan water solubility (20⁰C) semakin turun dengan bertambahnya jumlah karbon atau atomic weight (60,05 gr/mol)

begini pun sebaliknya, mempunyai melting point (17°C) dan boiling point ($118,1^{\circ}\text{C}$) yang sangat tinggi (Triharto, 2010).

2.9 Gliserol

Gliserol atau 1,2,3-propanetriol adalah senyawa organik yang tidak berwarna, higroskopis, dan tidak berbau dengan rumus kimia $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$. Gliserol adalah senyawa trihidrik alkohol yang memiliki titik beku $17,8^{\circ}\text{C}$ dan titik didih 290°C . Senyawa ini dapat larut serta bercampur dengan air dan etanol. Gliserol dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak dan minyak nabati. Sifat gliserol yang mudah menyerap air serta banyak kandungan energi yang dimiliki sehingga digunakan pada industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Afrozi, 2010).

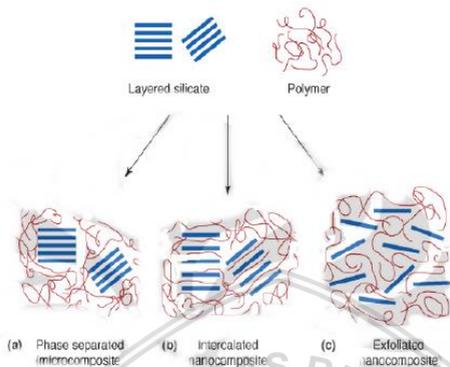
Gliserol digunakan untuk gliserolisis lemak atau metil ester dapat membentuk gliserolat monogliserida, digliserida, dan trigliserida. Kandungan gliserol yaitu tiga gugus hidroksi yang terdiri dari dua gugus alkohol primer dan satu gugus alkohol sekunder. Atom karbon yang terdapat dalam gliserol ditunjukkan sebagai atom karbon α , β , dan γ (Bhat, 1990).



Gambar 2. 4 Gliserolisis Lemak

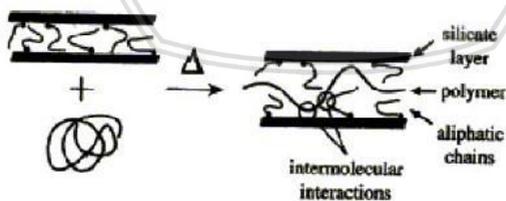
2.10 Melt Intercalation

Metode *melt intercalation* adalah metode ramah lingkungan dengan cara penguapan pelarut setelah proses pencetakan.



Gambar 2. 5 Ilustrasi dari berbagai komposit yang dapat terbentuk dari interaksi antara layered silicate dan polimer (a) *Phase – separated composite* (b) *intercalated composite* (c) *exfoliated composite* (Fauze A. Aouada, 2011)

Pada *melt intercalation*, pembuatan biokomposit dilakukan dengan tujuan untuk menguatkan material yaitu dengan cara memanaskan dan mendinginkan material. Ilustrasi *melt intercalation* tampak dari dua lapisan.



Gambar 2. 6 Ilustrasi metode Melt Intercalation (Ray, S & Okamoto, 2003)

2.11 Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya kerangka, mekanik pengecam spesimen, sistem penarik dan mekanik, serta sistem pengukur (Salindeho R.D. dan Soukota J. 2011).

Tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perputahan (fracture). Nilai kekuatan tarik maksimum ditentukan dari beban maksimum F_{maks} dibagi luas penampang awal A_0 . Bahan yang bersifat getas memberikan perilaku yang berbeda dimana tegangan maksimum sekaligus perputahan ada disatu titik yang sama (Ekayonar, 2008).

Sifat-sifat mekanik material salah satunya dengan kuat tarik dapat diperoleh dengan pengujian tarik. Pada pengujian tarik benda uji diberi beban atau gaya tarik pada satu arah dan diberi gaya secara konstan. Pada saat bersamaan benda uji akan bertambah panjang dengan bertambah gaya yang diberikan. Berdasarkan hasil pengujian tarik yaitu berupa data gaya dan perpanjangan, maka

repository.ub.ac.id

dapat dianalisis untuk menentukan tegangan dan regangan secara, yaitu persamaannya:

A. Tegangan

Tegangan yang didapatkan dari kurva tegangan teoritik adalah tegangan yang membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan tersebut diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang lintang benda uji itu.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

σ = Kuat tarik

F = Gaya yang diberikan pada benda uji

A = Luas penampang awal benda uji (Poeng.2004).

B. Regangan

Regangan yang didapatkan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi pertambahan panjang sampel, dengan panjang awal.

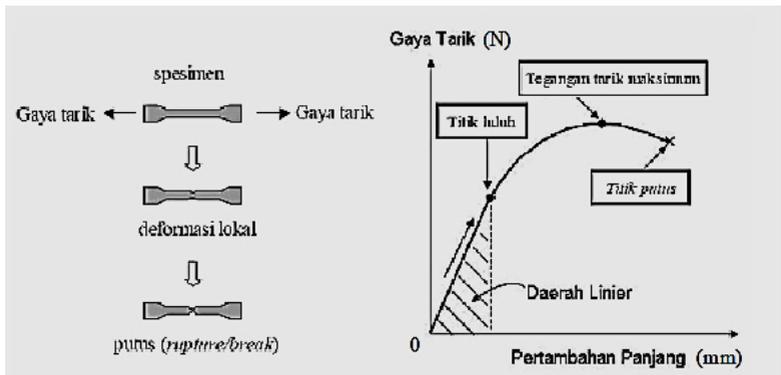
$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \quad (2.2)$$

Dimana:

ε = Regangan

L = Panjang sampel setelah diberi gaya

L_0 = Panjang sampel awal



Gambar 2. 7 Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Poeng, 2004).

2.12 Uji Ketahanan Air

Uji Ketahanan air pada bioplastik dilakukan dengan cara potongan plastik sesuai ukuran ditimbang massa awalnya (W_0), kemudian potongan plastik dimasukkan ke dalam gelas yang berisi aquades pada suhu kamar. Potongan plastik ini selanjutnya diambil setelah 20 menit dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu setelah itu baru dilakukan penimbangan (W). Air yang diserap dihitung melalui persamaan:

$$\text{Air yang diserap \%} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan :

m_0 = Massa sampel kering (gram)

m_1 = Massa sampel setelah direndam air (gram) (Cowd, 1991)

2.13 Uji Ketahanan Udara

Uji ketahanan udara ini dilakukan dengan cara sampel bioplastik diletakkan pada ruangan terbuka. Sampel dipotong sesuai ukuran diletakkan pada cawan petri. Sebelum diletakkan pada cawan petri, sampel ditimbang dulu sebagai massa awal (m_0). Kemudian diamati dan pengambilan data dilakukan setelah sampel

diletakkan selama 7, 14, 21 dan 28 hari. Ditimbang massa sampel setelah uji sebagai massa akhir (m_1). Perubahan massa dihitung dengan persamaan :

$$\Delta m = m_1 - m_0 \quad (2.4)$$

Persentase perubahan massa dihitung dengan persamaan:

$$\% \Delta m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan :

Δm = Perubahan massa (gram)

$\% \Delta m$ = Persentase perubahan massa (%)

m_0 = Massa awal (gram)

m_1 = Massa yang akan di uji setelah hari ke- (gram)

Setelah ditimbang, massa saat penyimpanan awal, maka dilakukan uji kuat tarik dengan variasi waktu 7, 14, 21, 28 hari untuk mengetahui kuat tarik setelah diuji ketahanan udara.

BAB III METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material, Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Brawijaya pada tanggal 1 Desember 2017 sampai 20 April 2018.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, pisau, parutan wortel, toples, kain penyaring, ayakan 60 mesh, sendok, *hot magnetic stirrer*, statif, termometer digital, *baker glass*, spatula, cawan petri, *erlenmayer*, labu takar, neraca centaurus, gelas ukur, oven, *ultrasonic cleaner* Bransonic 3510E-DTH, *Coating Thickness Coater* tipe TT210, alat uji tarik *Strength ZP Recorder* 50 N Imada dan komputer.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati ubi kayu, aquades, *zinc oxide* (ZnO), kitosan, asam asetat 90%, gliserol 90%, kaca akrilik ukuran 20 cm x 20 cm, lakban.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini antara lain persiapan bahan pembuatan pati ubi kayu, larutan gliserol 1%, larutan asam asetat 1%, dan pembuatan bioplastik.

3.3.1 Persiapan Bahan

1. Pembuatan Pati Ubi Kayu

Penelitian ini digunakan bahan baku pati ubi kayu. Proses pembuatan pati dengan tahap pertama yaitu dikupas kulit ubi kayu, diambil buahnya dan dicuci sampai bersih. Tahap kedua, ubi kayu

diparut dengan parutan wortel. Tahap ketiga, hasil ubi kayu yang telah diparut ditambahkan air dan di *blender* hingga halus. Tahap keempat, hasil proses penghalusan di saring dengan kain penyaring sampai diperoleh ampas dan campuran (suspensi pati). Ampas yang diperoleh dari proses penyaringan diekstraksi kembali dengan ditambahkan air. Setelah itu, disaring kembali untuk mendapatkan suspensi pati. Tahap kelima, hasil penyaringan suspensi pati pertama dan kedua dicampur pada toples dan diendapkan selama 1 hari. Setelah diendapkan, air diatas endapan di buang, diganti air, diaduk dan didiamkan hingga air diatas suspensi pati menjadi bening. Setelah berubah menjadi bening, air dibuang dan didapatkan pati basah. Tahap keenam, pati basah dikeringkan dalam sinar matahari selama 2 hari. Pati kering ditumbuk dan di ayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Pati yang tidak lolos ayakan 60 mesh ditumbuk lagi dan di ayak hingga didapatkan pati halus.

2. Pembuatan Larutan Gliserol 1%

Pengenceran gliserol dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad (3.1)$$

Keterangan:

C_1 = Konsentrasi gliserol (90%)

C_2 = Konsentrasi yang dibuat (1%).

V_1 = Volume gliserol

V_2 = Volume aquades + gliserol

Dimana gliserol yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi sebesar 90%. Dengan penambahan aquades sebanyak 98,9 ml ke dalam 1,1 ml gliserol 90% akan didapatkan larutan gliserol dengan konsentrasi 1%. Pencampuran gliserol dan aquades dengan menggunakan labu takar 100 ml.

3. Pembuatan Larutan Asam Asetat

Pencampuran kitosan ini dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_1V_1 = C_2V_2 \tag{3.2}$$

Keterangan:

C_1 = Konsentrasi asam asetat (90%)

C_2 = Konsentrasi yang dibuat (1%).

V_1 = Volume asam asetat

V_2 = Volume aquades + asam asetat

Dimana awalnya asam asetat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi sebesar 90%. Dengan penambahan aquades sebanyak 98,9 ml ke dalam 1,1 ml asam asetat 90% akan didapatkan larutan asam asetat dengan konsentrasi 1%.

4. Komposisi Pembuatan Bioplastik

Komposisi bioplastik dengan bahan utama pati ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Komposisi Pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Pati Ubi Kayu (gram)	ZnO (gram)	Gliserol 1% (ml)	Kitosan (gram)
5	0,5	100	0
5	0,5	100	0,1
5	0,5	100	0,2
5	0,5	100	0,3
5	0,5	100	0,4
5	0,5	100	0,5

3.3.2 Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dengan metode *melt intercalation*. Tahap pertama yaitu pembuatan larutan gliserol 1% dengan volume 100 ml. Setelah itu, larutan gliserol 1% dikurangi 1,1 ml dan ditambahkan asam asetat 1,1 ml kedalam 98,9 ml larutan



gliserol 1%. Kemudian larutan asam asetat 1% dan diaduk dengan *magnetic stirer* hingga larut. Hasil campuran ditambahkan pati, dan ZnO sesuai komposisi yang sudah ditentukan ke dalam tabung beker glass. Tahap kedua, dilakukan pengadukan pertama dengan alat *ultrasonic cleaner* dengan waktu 60 menit dengan suhu 60⁰C. Tahap ketiga, hasil campuran terus diaduk hingga homogen dan dipanaskan dengan *hot magnetic stirer* selama 30 menit dengan suhu 65⁰C. Proses pengadukan sampai mengalami gelatinisasi. Setelah terjadi proses gelatinisasi *magnetic stirer* dimatikan, ditunggu sampai gelembung-gelembung hilang. Tahap keempat, hasil campuran dituangkan secara merata pada cetakan akrilik dengan ukuran 20 cm x 20 cm yang telah diberi lakban pada pinggirannya. Tahap terakhir proses pengeringan, sampel di oven kurang lebih 8 jam pada suhu 60⁰C sampai bioplastik kering. Setelah kering, sampel dibiarkan 1 malam supaya dalam proses pengelupasan bioplastik sempurna. Plastik yang sudah jadi kemudian di kelupas dan dipotong sesuai sampel uji tarik.

3.4 Pengujian Sampel Bioplastik

Pengujian sampel bioplastik dilakukan pada uji mekanik yaitu uji tarik dan elongasi.

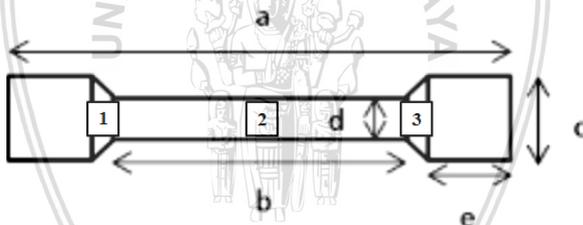
3.4.1 Uji Tarik

Pengujian sampel bioplastik terhadap kuat tarik menggunakan alat uji tarik dengan standart ASTM D 638-02 seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Alat Uji Tarik Strength ZP Recorder 50 N Imada

Pembentukan sampel bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Keterangan :

$a = 6\text{cm}$ $d = 0,5\text{ cm}$

$b = 3\text{cm}$ $e = 1\text{ cm}$

$c = 1\text{cm}$

Gambar 3. 2 Ukuran Sampel Uji Tarik

Bioplastik di bentuk sesuai Gambar 3.2 dan diukur ketebalan sampel pada 3 titik yaitu titik 1, 2, dan 3. Setelah dilakukan pengukuran ketebalan, sampel di jepit pada penjepit alat uji tarik. Skala penghitung gaya diset pada posisi nol. Gaya diberikan dengan memutarakan tuas secara konstan hingga sampel putus. Persen pemanjangan didapatkan dari uji tarik sampel bioplastik

sampai sebelum putus. Pengukuran panjang sampel dilakukan sebelum sampel plastik diberi gaya (L_0) dan ketika sampai diberi gaya sampai sesaat sebelum putus sebagai L . Perbandingan antara pertambahan panjang bioplastik ΔL dengan L_0 dikalikan 100% merupakan persen pemanjangan (elongasi).

3.4.2 Uji Daya Serap Air

Pada pengujian daya serap air ini yang digunakan sebagai media uji adalah aquades. Potongan film bioplastik sesuai ukuran ditimbang sebagai nilai awal. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* 500 ml yang berisi 200 ml aquades pada temperatur kamar. Potongan plastik ini kemudian dibiarkan selama 20 menit. Setelah itu, sampel dikeringkan dengan tisu dan bioplastik ditimbang setelah menyerap air. Aquades yang diserap dihitung dengan persamaan :

$$\text{Air yang diserap \%} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

m_0 = Massa sampel kering (gram)

m_1 = Massa sampel setelah direndam air (gram)

3.4.3 Uji Ketahanan Udara

Uji ketahanan udara dilakukan dengan cara meletakkan sampel bioplastik pada suhu ruang. Sebelum diletakkan pada akrilik, sampel ditimbang dahulu sebagai massa awal (m_0). Kemudian diamati pada setiap sampel, pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 7, 14, 21 dan 28 hari. Ditimbang massa sampel setelah pengujian selesai dan dinyatakan sebagai massa akhir (m_1). Perubahan massa dihitung dengan persamaan :

$$\Delta m = m_1 - m_0 \quad (3.4)$$

Persentase perubahan massa dihitung dengan persamaan:

$$\% \Delta m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

Δm = Perubahan massa (gram)

$\% \Delta m$ = Persentase perubahan massa (%)

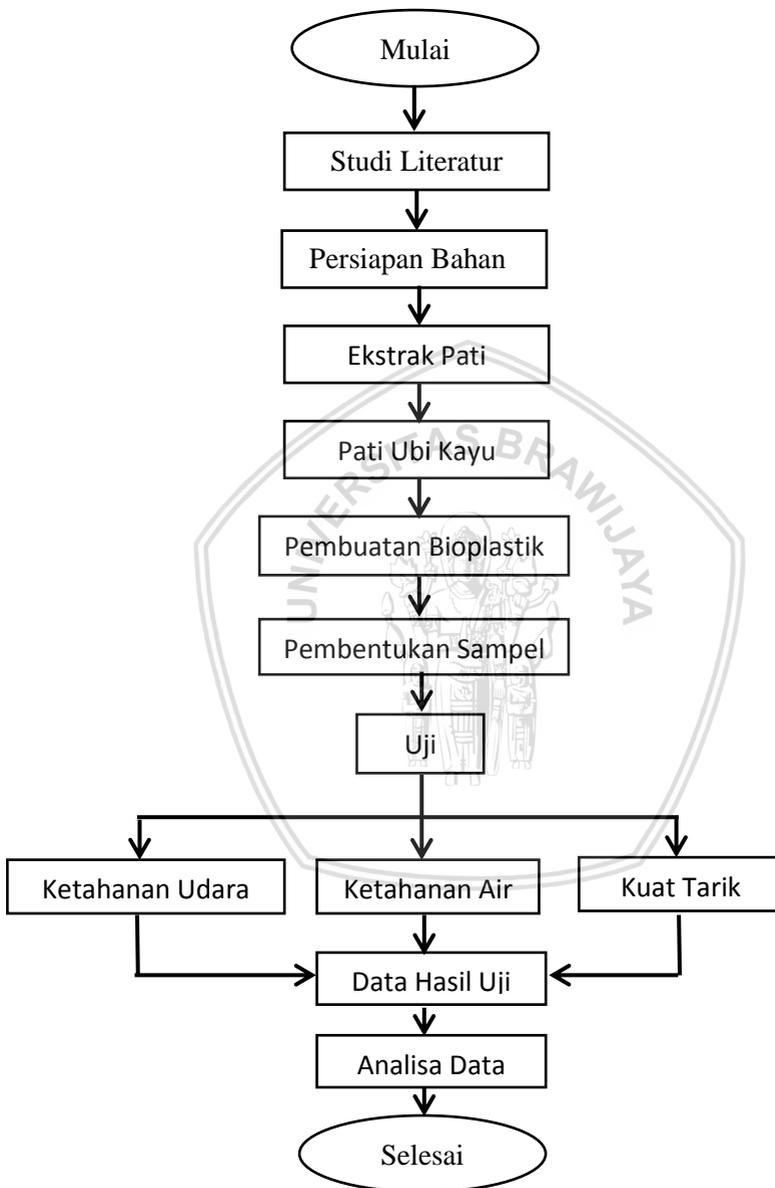
m_0 = Massa awal (gram)

m_1 = Massa yang akan di uji setelah hari ke- (gram)

Setelah dihitung massa saat penyimpanan awal, maka dilakukan uji kuat tarik dengan variasi waktu 7, 14, 21, 28 hari untuk mengetahui kuat tarik setelah diuji ketahanan udara.



3.5 Alur Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pati Ubi Kayu

Hasil pati ubi kayu yang didapatkan berwarna putih, sangat halus, dan tidak berbauperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pati Ubi Kayu

4.2 Hasil Pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Bioplastik dari pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan dan penguat ZnO sebesar 10% (0,5 gram) dari massa pati memiliki hasil yang berbeda-beda. Hasil bioplastik tanpa kitosan dengan warna putih, dan tidak transparan. Pada Gambar 4.2 dapat diamati perbedaan hasil dari masing-masing sampel. Sampel dengan kandungan kitosan 2% hingga 10% berwarna putih kecap, sedikit transparan, dan sedikit berbau asam karena adanya larutan asam asetat. Kandungan ZnO sebesar 0,5 gram dicampur dengan pati ubi kayu dan variasi kitosan memiliki penyebaran partikel yang merata. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna dari putih menjadi kecap. Proses pencampuran menggunakan *ultrasonic cleaner* sangat membantu dalam mencampurkan partikel-partikel yang sulit terlarut sehingga menjadi homogen.



Gambar 4. 2 Sampel Hasil pembuatan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan

Bioplastik menggunakan metode cetak tuang. Hasil sampel bioplastik yang dihasilkan setelah proses pengeringan memiliki ketebalan yang berbeda. Ketebalan bioplastik dapat diamati pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Ketebalan Sampel bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan

No	Kandungan ZnO (%)	Kandungan Kitosan (%)	D (μm)
1	10	0	$74,75 \pm 0,5$
2	10	2	$85,08 \pm 0,5$
3	10	4	$80,24 \pm 0,5$
4	10	6	$65,03 \pm 0,5$
5	10	8	$67,08 \pm 0,5$
6	10	10	$64,90 \pm 0,5$

Menurut Saputro, Agung N dan Ovita, Arruum L (2017), ketebalan film bioplastik yang dibuat dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan, penguangan larutan pada cetakan dan ketebalan sampel. Perbedaan ketebalan bioplastik ini tidak mempengaruhi kuat tarik dan persen pemanjangan secara signifikan,

yang mempengaruhi yaitu komposisi dari bioplastik. Bioplastik ini terdapat campuran pati ubi kayu, gliserol sebagai *plasticizer*, ZnO sebagai penguat, dan kitosan sebagai pengawet. Film dengan kandungan kitosan memiliki sifat sulit untuk dirobek. Film bioplastik dari campuran kitosan memiliki nilai permeabilitas gas yang cukup rendah dan dapat diaplikasikan untuk meningkatkan umur simpan produk.

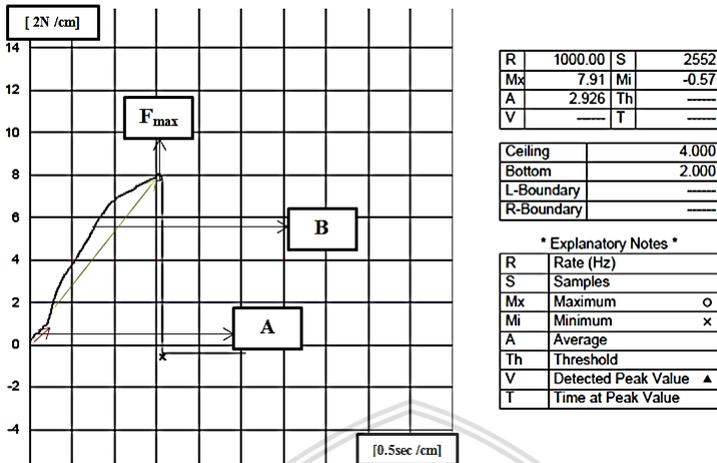
4.3 Sifat Mekanik Sampel Bioplastik

Sifat mekanik suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Karakteristik mekanik sampel bioplastik ditunjukkan oleh nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan modulus *young* pada bioplastik. Pengujian pada sampel bioplastik bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat sampel menahan beban sampai putus.

4.3.1 Kekuatan Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Kuat tarik merupakan salah satu dari sifat mekanik bioplastik yang penting, bioplastik memiliki kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemas. Dengan dilakukan uji mekanik didapatkan hasil nilai kuat tarik yang dapat menjelaskan seberapa kuat sampel menahan gaya yang diberikan sebelum putus.

Pengujian tarik pada sampel bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan didapatkan hasil grafik gaya terhadap waktu seperti salah satu grafik pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3Hasil Pererekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu

Berdasarkan Gambar 4.3 dihasilkan dari perekaman pada alat uji tarik menggunakan aplikasi *ZP recorder* pada komputer diperoleh grafik uji tarik. Sumbu x pada grafik merupakan fungsi waktu yang menjelaskan berapa lama pemberian gaya terhadap sampel hingga sampel putus. Sumbu y merupakan besarnya gaya yang diberikan terhadap sampel bioplastik. Ketika sampel diberi gaya dengan cara memutar tuas secara konstan, maka gaya akan semakin bertambah dengan seiring waktu dan membentuk grafik seperti pada Gambar 4.3. Pada proses diberinya gaya, sampel bioplastik akan mengalami deformasi elastis dan deformasi plastis. Panah dengan simbol A adalah deformasi elastis. Deformasi elastis merupakan perubahan bentuk yang terjadi pada sampel bioplastik saat diberi gaya dan akan kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan. Panah merah merupakan grafik awal dimana terbentuk garis linier yang singkat. Garis ini menunjukkan ketika diberi gaya, bioplastik mengalami pemuluran. Hanya saja pada proses ini, sampel berkontraksi hanya sebagian. Panah simbol B adalah deformasi plastis. Deformasi plastis adalah perubahan bentuk yang terjadi pada sampel secara permanen walaupun gaya sudah dihilangkan. Setelah sampel mencapai gaya maksimal atau F_{max} sebesar 7,91 N

sampel akan putus. Nilai F_{\max} atau gaya maksimal merupakan gaya yang ditahan setelah diberi gaya dari luar hingga sampel putus. Setelah putus maka akan terbentuk garis vertikal.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Kandungan Kitosan	Tegangan (MPa)	Persen Pemanjangan (%)
0%	$23,76 \pm 0,70$	$15,28 \pm 0,03$
2%	$12,12 \pm 0,40$	$47,22 \pm 0,02$
4%	$9,76 \pm 0,68$	$37,50 \pm 0,19$
6%	$5,82 \pm 0,32$	$29,58 \pm 0,09$
8%	$4,93 \pm 0,59$	$10,81 \pm 0,07$
10%	$3,55 \pm 0,24$	$6,74 \pm 0,10$

Hasil uji tarik sampel setelah putus dapat diamati pada Gambar 4.4

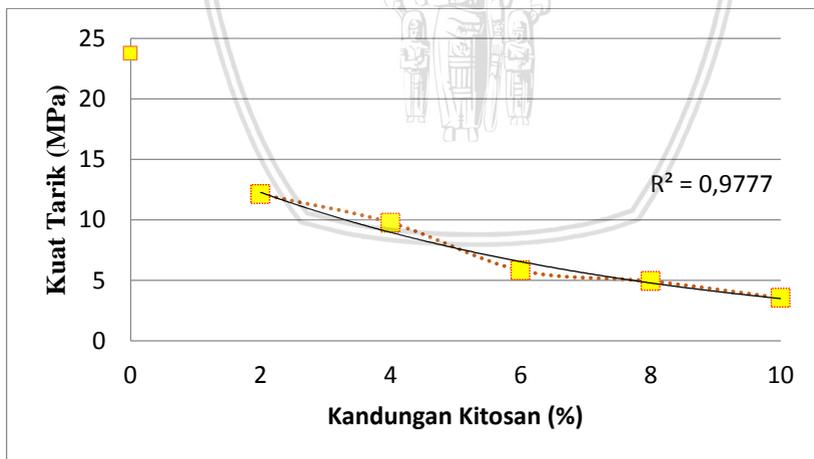


Gambar 4. 4 Sampel Bioplastik Setelah Pengujian Kuat Tarik

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diamati bahwa pati ubi kayu dengan penguat ZnO dan penambahan variasi kitosan pada bioplastik memberikan hasil yang berbeda. Pada kandungan 0% kitosan digunakan sebagai kontrol dengan tujuan untuk mengetahui komposisi kitosan paling optimum. Ketika ditambah kitosan

mengalami penurunan nilai kuat tarik secara signifikan. Penambahan kitosan 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% diperoleh nilai kuat tarik yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi kitosan. Hal ini karena kitosan memiliki sifat getas. Semakin banyak penambahan kitosan akan menurunkan nilai kuat tarik sampel bioplastik. Pada penambahan kitosan 2% memiliki nilai kuat tarik tertinggi sebesar 12,12 MPa. Sedangkan sampel penambahan kitosan 10% memiliki nilai kuat tarik paling rendah sebesar 3,55 MPa. Sehingga dapat dikatakan semakin banyak kitosan yang dicampurkan pada larutan maka tidak mampu meningkatkan nilai kuat tarik. Dengan ini diperoleh hasil bahwa semua sampel bioplastik dengan penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik lebih tinggi bila dibandingkan bioplastik pati ubi kayu murni sebesar 3,17 MPa (Kusumawarhani, 2017).

Berdasarkan *trendline* yang ditampilkan pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat tarik berturut-turut dari sampel dengan kandungan 2% kitosan hingga sampel 10% kitosan. Pada *trendline* terdapat koefisien regresi dari grafik kuat tarik yang cukup baik sebesar 0,97.



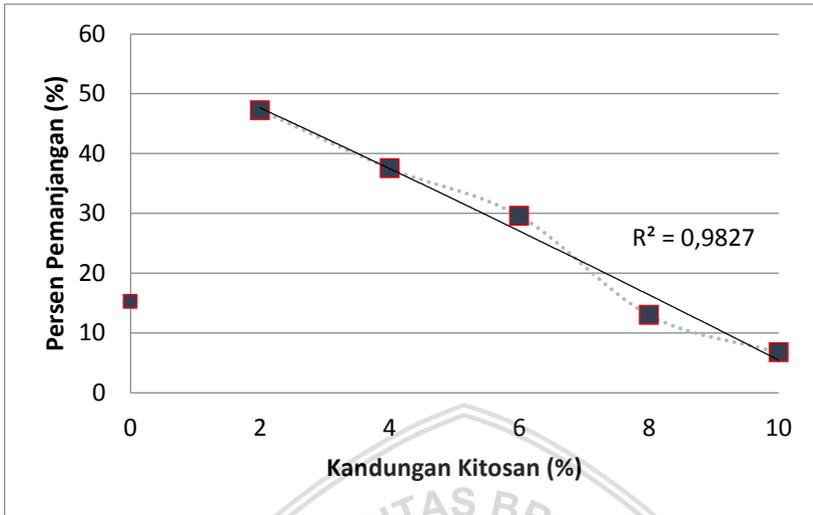
Gambar 4. 5 Grafik Kuat Tarik sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan

Menurut Layudha S. dan Ratnani R. (2017), nilai kuat tarik bioplastik dengan kitosan akan menurun seiring dengan bertambahnya kitosan. Penambahan kitosan pada sampel bioplastik mengakibatkan terjadinya ikatan hidrogen antara gugus OH kitosan. Adanya ikatan hidrogen pada kitosan mengakibatkan mobilitas molekuler berkurang dan menyebabkan menurunnya kuat tarik pada sampel bioplastik. Hal ini disebabkan kitosan memiliki sifat getas, sehingga semakin banyak jumlah kitosan maka nilai kuat tarik semakin rendah (Agustin, Yuana dan Padmawijaya, 2016).

4.3.2 Persen Pemanjangan Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Pengujian kekuatan tarik pada sampel diberi gaya tarik yang menyebabkan jarak antar molekul menjadi merenggang sehingga sampel bioplastik mengalami pertambahan panjang. Perbandingan antara panjang sampel yang mengalami pertambahan panjang dibandingkan dengan panjang mula-mula sampel sebelum di lakukan pengujian dikali 100% merupakan elongasi sampel bioplastik.

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan persen pemanjangan bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan. Penambahan kitosan dari 2 % hingga 6% berhasil meningkatkan persen pemanjangan sampel bioplastik dibandingkan tanpa kitosan. Namun pada penambahan kitosan 8% dan 10% justru mengalami penurunan persen pemanjangan dibandingkan tanpa kitosan. Hal ini disebabkan kitosan memiliki sifat getas. Bentuk *trendline* pada Gambar 4.6 menunjukkan adanya pengaruh penambahan kitosan dalam sampel bioplastik. Penambahan kitosan dari 2% hingga 10% diperoleh nilai elongasi yang semakin menurun seiring bertambahnya kitosan. Pada *trendline* terdapat koefisien regresi dari grafik kuat tarik yang cukup baik sebesar 0,98, artinya kolerasi antara variabel x dan variabel y terjadi cukup baik.



Gambar 4. 6 Grafik Persen Pemanjangan Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan

Pada Gambar 4.6 diketahui bahwa persen pemanjangan bioplastik tanpa kitosan memiliki nilai rendah dibandingkan dengan kitosan 2%, 4% dan 6%. Persen pemanjangan tertinggi pada kitosan 2% sebesar 47,22%, artinya bioplastik dapat merengang 0,47 kali dari keadaan semula sebelum sampel putus. Semakin banyak kandungan kitosan maka akan menurunkan nilai elongasi. Hal ini disebabkan kitosan memiliki sifat getas. Menurut Selphiana, Patricia, dan Cindy (2016), penurunan elastisitas disebabkan merenggangnya jarak ikatan antar molekul. Menurut Agustin, Yuana E. dan Padmawijaya (2016), pemuluran bioplastik juga dipengaruhi oleh proses gelatinisasi, penambahan variasi kitosan, gliserol dan ZnO. Gliserol sebagai *plasticizer* ini terletak diantara rantai biopolimer yang menyebabkan jarak antara kitosan dan pati meningkat. Ikatan hidrogen antara kitosan dan pati berkurang, digantikan menjadi interaksi hidrogen antara kitosan dengan gliserol dan gliserol dengan pati.

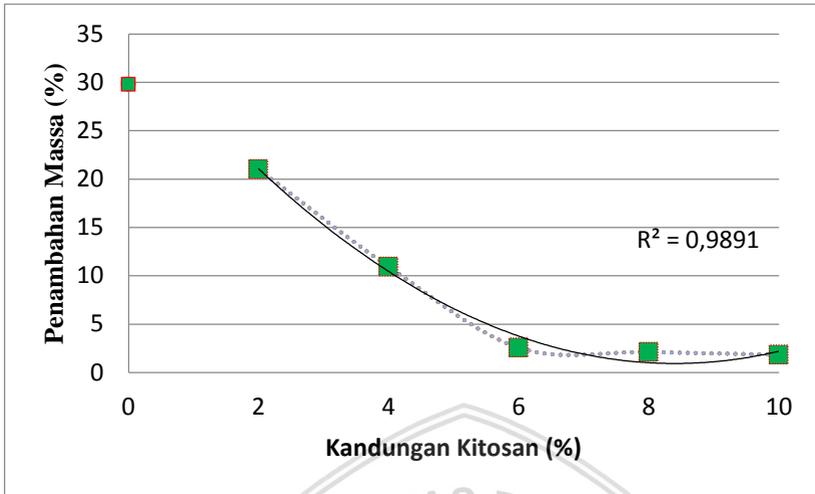
4.4 Uji Ketahanan Air Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Pembuatan film bioplastik ubi kayu dengan penambahan kitosan memiliki tujuan yaitu sebagai plastik kemasan bahan makanan. Pada plastik kemasan makanan dibutuhkan sifat plastik yang tahan terhadap reaksi air. Maka dilakukan analisa ini untuk mengetahui seberapa kuat sampel film bioplastik dapat menahan produk dari serapan air. Semakin kecil daya serap airnya maka plastik semakin bagus untuk melindungi produk dari air yang dapat menyebabkan produk makanan berkurang kualitasnya.

Pengujian ketahanan daya serap air pada sampel bioplastik ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan ditunjukkan pada Gambar 4.7. Pengujian ini menggunakan aquades dengan PH 7 dimana memiliki kemurnian yang baik. Sampel uji air ini dibentuk dengan ukuran sama seperti sampel untuk uji tarik, kemudian dimasukkan kedalam air selama 20 menit. Perubahan massa sampel dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Uji Ketahanan Air Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Kitosan

Kandungan Kitosan	m_0 (gram)	m_1 (gram)	Δm (gram)	Penambahan Massa (%)
0%	0,047	0,061	0,014	29,78
2%	0,100	0,121	0,021	21,00
4%	0,064	0,071	0,007	10,93
6%	0,039	0,040	0,001	2,56
8%	0,047	0,048	0,001	2,12
10%	0,054	0,055	0,001	1,85

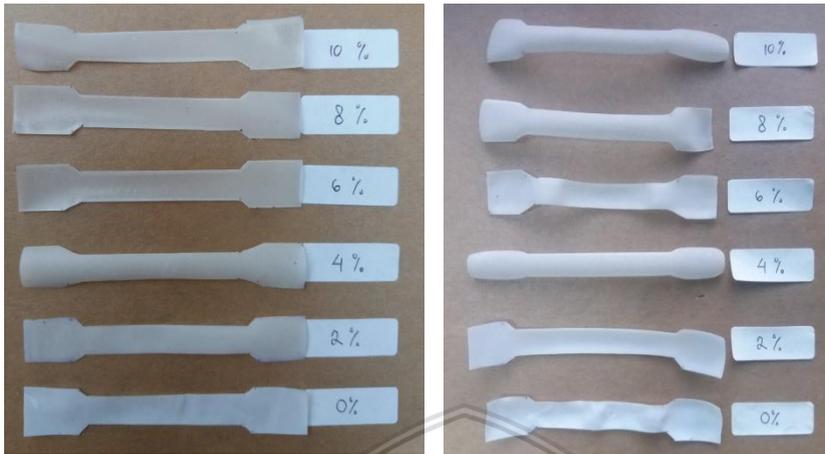


Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Ketahanan Air Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Berdasarkan perhitungan persen penambahan massa diperoleh persen penambahan massa terbesar pada sampel dengan kandungan kitosan 0% yaitu sebesar 29,78%. Sedangkan persen penambahan massa terkecil pada sampel dengan kandungan kitosan 10% yaitu sebesar 1,85%. Artinya semakin banyak kandungan kitosan pada sampel maka bioplastik tersebut memiliki ketahanan air yang tinggi. Sedangkan pada sampel bioplastik dengan kandungan kitosan 2% hingga 10% mengalami persen penambahan massa yang terus menerus menurun. Semakin banyak kandungan kitosan di dalam sampel maka akan mampu mengurangi persen penambahan massa akibat pengujian ketahanan air. Ketika pengujian ketahanan air ini terjadi difusi molekul air masuk di sampel bioplastik. Pada bioplastik tanpa kitosan terjadi proses difusi yang besar. Hal ini karena komposisi penyusun bioplastik yaitu pati maupun pemlastis gliserol memiliki sifat hidrofilik, tetapi dengan adanya ZnO ini juga mampu sedikit mengurangi penyerapan air jika dibandingkan dengan bioplastik murni tanpa ZnO. Sifat dominan hidrofilik pada sampel dengan kitosan 0% memiliki daya serap air yang tinggi. Pada kandungan kitosan 2% hingga 10% ini secara keseluruhan

mengalami penurunan secara terus menerus, dimana semakin kecil persen penambahan massanya. Sampel 10% memiliki nilai persen penambahan massa paling rendah, artinya daya serap air pada sampel rendah. Hal ini dikarenakan adanya kitosan yang berfungsi sebagai pengawet mampu mengurangi penyerapan air yang masuk pada sampel.

Komponen penyusun sangat mempengaruhi kemampuan suatu sampel dalam menyerap air. Pati ubi kayu dan pemlastis gliserol memiliki sifat hidrofilik. Sifat hidrofilik ini artinya memiliki kecenderungan mengikat dan larut terhadap air. Bahan pati ubi kayu memiliki kandungan amilosa sebesar 18% dan amilopektin 82% (Elliason dan Gadmundsson, 1996). Kandungan amilopektin yang besar pada pati mengakibatkan memiliki banyak percabangan dan ikatan antar rantai amilopektin mudah putus. Sifat amilopektin yang amorf dan banyak ruang kosong menyebabkan rapat massa antar rantai dalam pati tidak terlalu besar dan penyerapan air yang besar. Dengan adanya ZnO dapat mengurangi penyerapan air pada sampel bioplastik. ZnO memiliki sifat hidrofobik yang mampu mengurangi penyerapan air untuk berdifusi. Sedangkan kitosan ini sulit larut dalam air dan mudah larut dalam asam. Kitosan dalam bioplastik ini berfungsi sebagai pengawet alami. Semakin banyak kandungan kitosan pada larutan bioplastik menyebabkan larutan lebih kental. Kitosan memiliki kemampuan untuk meningkatkan daya tahan sampel bioplastik. Film bioplastik dengan bahan kitosan memiliki sifat yang elastis, fleksibel dan sulit untuk dirobek. Menurut Saputro, Agung N dan Ovita, Arruum L (2017) ketika semakin banyaknya komposisi kitosan maka semakin rendah persentase kelarutan dari bioplastik karena sifat kitosan yang tidak dapat larut didalam air. Bioplastik yang memiliki nilai ketahanan air yang tinggi merupakan hasil yang diharapkan, karena dengan semakin sedikit air yang mampu diserap bioplastik maka sampel mampu mempertahankan kualitas.



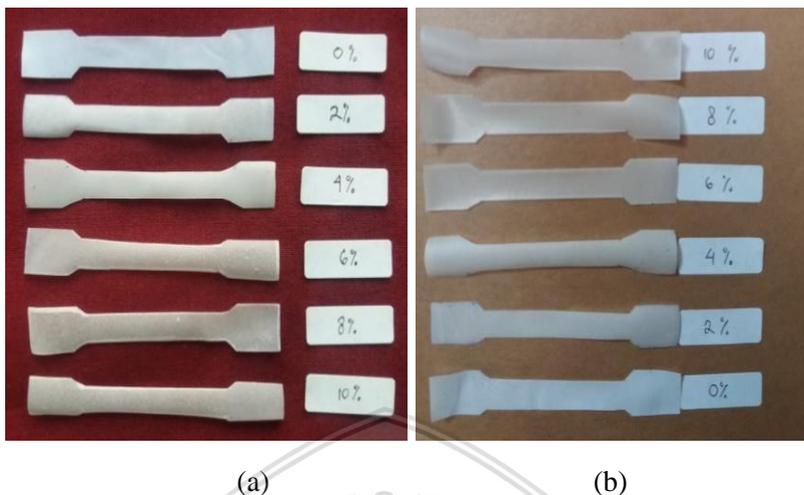
(a)

(b)

Gambar 4. 8 Sampel Uji Ketahanan Air Bioplastik Pati Ubi Kayu
(a)Sebelum Pengujian (b)Sesudah Pengujian

4.5 Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Uji ketahanan udara dilakukan dengan cara sampel bioplastik dibiarkan pada suhu ruang dengan variasi waktu mulai dari 0, 7, 14, 21, dan 28 hari. Pada masing-masing variasi waktu lama penyimpanan sampel dilakukan untuk mengetahui daya tahan sampel terhadap udara, perubahan massa, kuat tarik, persen pemanjangan. Hal ini untuk mengetahui pengaruh sampel terhadap ketahanan udara setelah didiamkan pada suhu ruang. Sampel bioplastik akan terjadi perubahan fisik, bentuk dan massa disebabkan adanya komponen dari luar yang berdifusi. Pengujian ketahanan udara pada sampel bioplastik pati ubi kayu secara kasat mata tidak terjadi perubahan yang terlihat. Sampel bioplastik yang sudah dilakukan uji udara cenderung kaku dan cenderung melengkung.



Gambar 4. 9 Hasil (a) Sebelum (b) Sesudah Pengamatan Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Selama 3 Bulan

4.5.1 Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

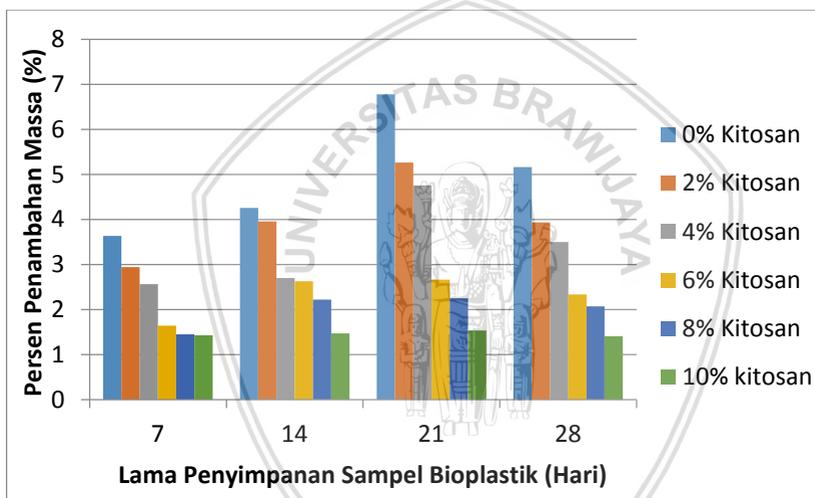
Penimbangan sampel bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan dilakukan di Laboratorium Biofisika Universitas Brawijaya.

Tabel 4. 4 Hasil Persen Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Kitosan (%)	Persen Perubahan Massa (%)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
0	3,64	4,26	6,78	5,17 ± 0,63
2	2,94	3,96	5,26	3,93 ± 0,45
4	2,56	2,70	4,76	3,50 ± 0,50
6	1,64	2,63	2,67	2,33 ± 0,35
8	1,45	2,22	2,25	2,07 ± 0,67
10	1,43	1,47	1,54	1,41 ± 0,06

Pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa persen perubahan massa yang terjadi pada sampel bioplastik selama 4 minggu. Data yang didapatkan untuk persen perubahan massa dari sampel bioplastik memiliki nilai yang tidak tentu. Perbedaan jam pada saat penimbangan mempengaruhi perubahan massa. Penimbangan massa sampel bioplastik yang ditimbang siang hari dan malam hari akan mempengaruhi perubahan massa. Sampel yang ditimbang pada siang hari mengalami penguapan air sehingga sampel akan cenderung berkurang. Sedangkan pada saat malam hari massa sampel bioplastik akan cenderung meningkat karena menyerap uap air.

Persen perubahan massa dapat diamati pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Grafik Persen Perubahan Massa Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Berdasarkan Gambar 4.10 menunjukkan grafik persen perubahan massa yang terjadi pada sampel bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan dan lama penyimpanan sampel selama 7, 14, 21, dan 28 hari. Pengujian ketahanan udara dengan mengamati massa awal sampel sebelum pengamatan dan massa akhir sampel dengan variasi waktu lama penyimpanan yang sudah ditentukan. Pada sampel lama penyimpanan 0 hari dimana sampel

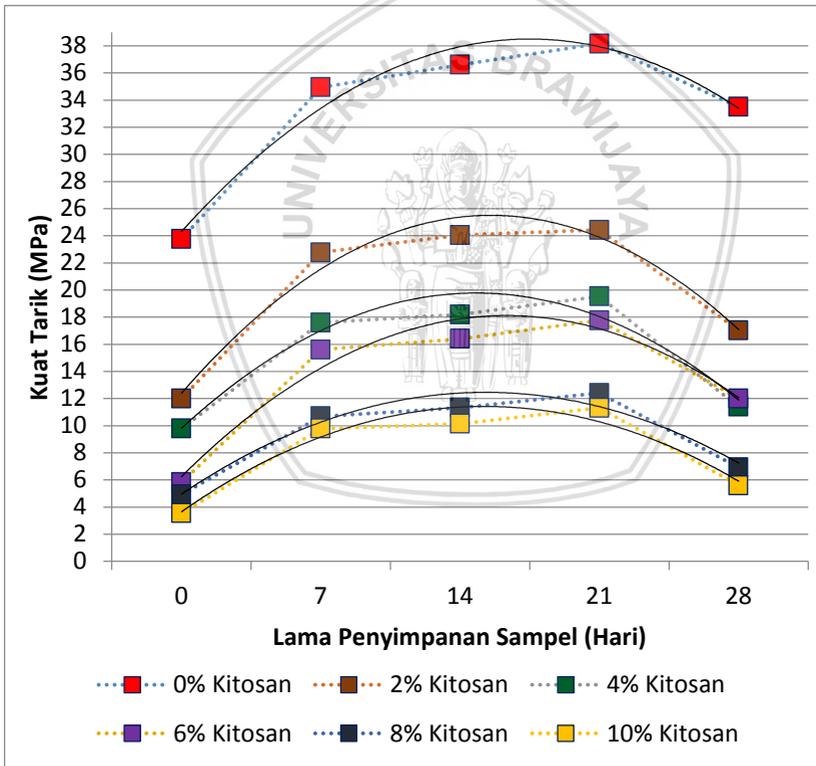
bioplastik yang baru kering langsung dilakukan penimbangan dan uji tarik sehingga massanya tetap artinya tidak ada persen perubahan massa pada sampel. Persen perubahan massa tertinggi terjadi pada kandungan kitosan 0% lama penyimpanan 21 hari sebanyak 6,77%. Pada kandungan kitosan 2% terjadi peningkatan persen perubahan massa yang terus naik dan kemudian menurun. Penurunan persen perubahan massa ini dipengaruhi sampel sudah mengalami penguapan. Sampel dengan kandungan kitosan 4% pada lama penyimpanan 7 hari ke 14 hari mengalami kenaikan perubahan persen massa yang kecil, karena sampel terjadi proses penguapan. Pada kandungan kitosan 6% dan 8% sampel terjadi kenaikan persen perubahan massa hingga 14 hari kemudian menurun hingga lama penyimpanan sampel 28 hari. Sedangkan pada kandungan kitosan 10% terjadi persen perubahan massa yang kecil. Hal ini disebabkan pada kandungan kitosan 10% sampel cenderung tidak terjadi penguapan air yang besar dimana semakin banyak kitosan pada sampel maka sampel akan mengalami penguapan yang kecil sesuai dengan fungsi kitosan sebagai pengawet pada bioplastik. Menurut Krochta (1992) menyatakan laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh sifat kimia, struktur bahan penyusun sampel dan faktor lingkungan.

4.5.2 Kuat Tarik Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan Terhadap Lama Penyimpanan

Uji ketahanan udara dengan lama penyimpanan sampel 0, 7, 14, 21, dan 28 hari ini dilakukan uji kuat tarik, bertujuan mengetahui adanya perubahan kuat tarik sebelum maupun sesudah dilakukan penyimpanan pada sampel bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan.

Tabel 4. 5 Hasil Hubungan Kuat Tarik dengan Lama Penyimpanan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Kitosan (%)	Kuat Tarik (MPa)				
	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
0	23,76±0,70	34,95	36,60	38,16	33,50±0,31
2	12,12±0,40	22,77	24,05	24,43	17,03±0,77
4	9,76±0,68	17,60	18,19	19,53	11,40±0,42
6	5,82±0,32	15,60	16,40	17,76	12,00±1,18
8	4,93±0,59	10,69	11,33	12,41	6,92±0,38
10	3,55±0,24	9,79	10,14	11,31	5,60±0,41



Gambar 4. 11 Grafik Kuat Tarik (Mpa) Terhadap Lama Penyimpanan Bioplastik

Berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan grafik kuat tarik dengan lama penyimpanan sampel 0, 7, 14, 21, dan 28 hari. Pada penambahan kitosan 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% diperoleh nilai kuat tarik yang semakin menurun seiring bertambahnya kitosan. Pengujian ini dilakukan dengan menyimpan sampel dengan variasi waktu dan di uji kuat tarik. Sampel lama penyimpanan 0 hari memiliki nilai kuat tarik lebih rendah dibandingkan dengan sampel 28 hari. Nilai kuat tarik terendah pada penambahan kitosan 10% dengan lama penyimpanan 0 hari sebesar 3,55 MPa. Artinya sampel yang baru dilepas dari cetakan akrilik ketika diuji tarik masih memiliki ikatan lemah. Hal ini karena sampel belum terjadi penguapan sepenuhnya sehingga kuat tarik rendah. Pada lama penyimpanan 7 hari hingga 21 hari terjadi kenaikan nilai kuat tarik pada sampel bioplastik. Nilai kuat tarik tertinggi yang didapatkan pada sampel dengan lama penyimpanan 21 hari. Nilai kuat tarik tertinggi pada kandungan tanpa kitosan sebagai pengontrol sebesar 38,16 MPa. Sedangkan nilai kuat tarik tertinggi pada penambahan kitosan 2% sebesar 24,43 MPa. Kenaikan nilai kuat tarik disebabkan ikatan sampel bioplastik lebih rapat di bandingkan dengan sampel sebelumnya. Hal ini juga dipengaruhi faktor lingkungan. Semakin lama sampel didiamkan pada suhu ruang, sampel akan mengalami penguapan air sehingga sampel bersifat lebih kaku yang menyebabkan kuat tarik semakin tinggi. Pada lama penyimpanan 28 hari nilai kuat tarik mengalami penurunan. Penurunan disebabkan adanya absorpsi uap air dan terjadi perpindahan *plasticizer* dalam matrik film plastik selama penyimpanan. Menurut Krochta (1992) menyatakan struktur penyusun suatu bahan serta faktor lingkungan mempengaruhi laju transmisi uap air dan sifat bioplastik. Ketika suhu tinggi penguapan besar, sampel cenderung memiliki kuat tarik yang tinggi. Pada saat suhu rendah dan kelembaban tinggi maka sampel mengalami penguapan kecil sehingga kuat tarik rendah. Ikatan yang ada pada sampel bioplastik akan melemah dan kuat tarik mengalami penurunan.

4.5.3 Persen Pemanjangan Sampel Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan Terhadap Lama Penyimpanan

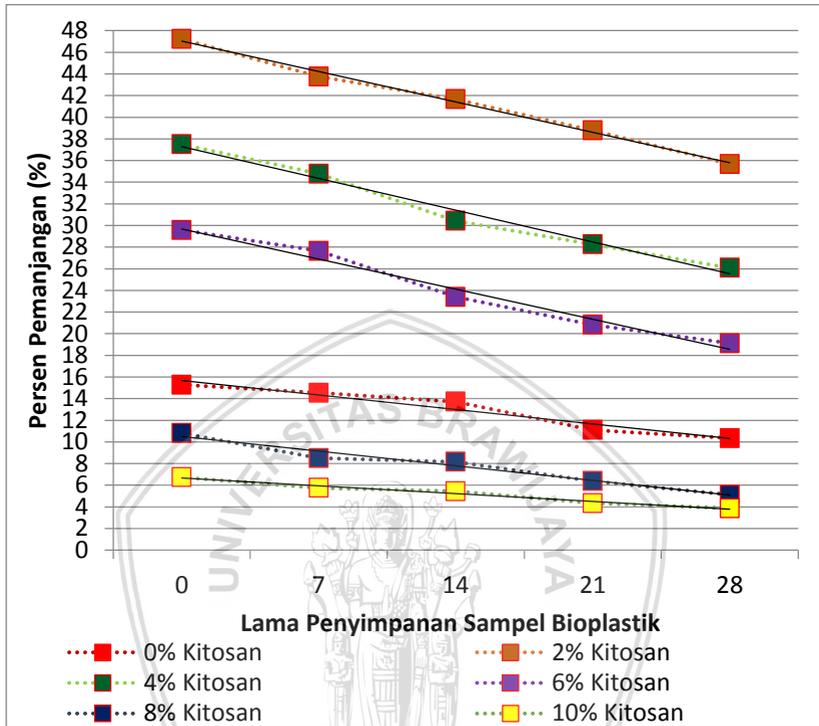
Persen Pemanjangan merupakan perbandingan antara panjang sampel yang mengalami pertambahan panjang dibandingkan dengan panjang awal sampel sebelum pengujian dikali dengan 100%. Persen pemanjangan pada sampel bioplastik pati ubi kayu dengan variasi penambahan kitosan terhadap lama penyimpanan sampel dengan waktu 0, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Nilai persen pemanjangan dipengaruhi faktor lingkungan seperti kelembapan udara dan suhu ruang penyimpanan akan mempengaruhi sifat mekanik sampel. Selain itu, dengan variasi penambahan kitosan dapat mempengaruhi sifat mekanik sampel. Hal ini disebabkan peristiwa fisis yang terjadi didalam sampel dengan adanya perpindahan bahan tambahan (pemlastis) dalam bioplastik dan pengaruh uap air. Dalam bioplastik ini terdapat pemlastis gliserol yang dapat mengalami perpindahan, menyebabkan perubahan sifat selama penyimpanan bioplastis. Secara umum, perpindahan komponen *plasticizer* dengan berat molekul yang rendah akan menyebabkan polimer menjadi kaku dan kurang elastis. Hal ini akan mempengaruhi nilai kuat tarik, elastisitas.

Tabel 4. 6 Hasil Persen Pemanjangan dengan Lama Penyimpanan Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Kitosan

Kitosan (%)	Persen Pemanjangan (%)				
	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
0	15,28±0,03	14,54	13,72	11,11	10,34±0,02
2	47,22±0,13	43,75	41,66	38,77	35,67±0,16
4	37,50±0,19	34,78	30,43	28,26	26,08±0,00
6	29,58±0,09	27,65	23,4	20,83	19,11±0,22
8	10,81±0,07	8,51	8,16	6,38	5,12±0,07
10	6,74±0,10	5,76	5,45	4,34	3,87±0,01

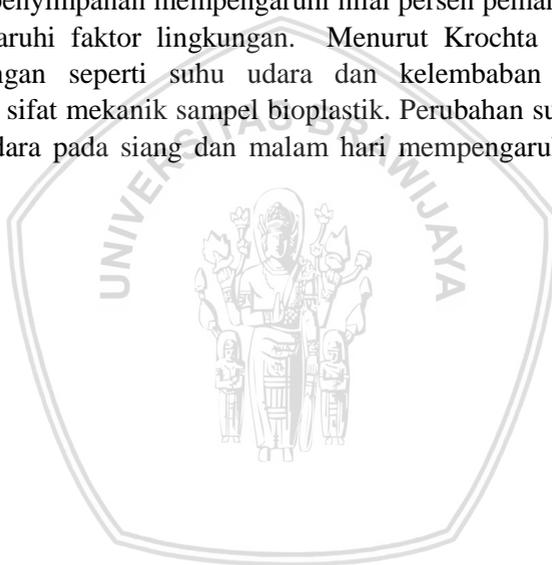
Grafik persen pemanjangan sampel bioplastik dapat diamati pada Gambar 4.11



Gambar 4. 12 Persen Pemanjangan Terhadap Lama Penyimpanan Bioplastik

Berdasarkan Gambar 4.12 menunjukkan grafik persen pemanjangan dengan lama penyimpanan sampel selama 4 minggu. Data yang didapatkan memiliki nilai elongasi yang semakin menurun dari penyimpanan sampel 0 hari hingga 28 hari. Sampel lama penyimpanan 0 hari memiliki nilai elongasi tertinggi. Artinya ikatan antar molekul masih renggang sehingga lebih mulur. Penyimpanan sampel selama 28 hari memiliki nilai elongasi terendah. Hal ini disebabkan sampel sudah mengalami penguapan air sehingga menjadi lebih kaku dan kurang elastis. Kandungan kitosan 0% berfungsi sebagai pembanding. Nilai elongasi tanpa kitosan lebih

kecil dibandingkan dengan penambahan kitosan 2%, 4%, dan 6%, tetapi lebih besar dari penambahan kitosan 8% dan 10%. Pada penambahan kitosan 2% hingga 10% diperoleh nilai persen pemanjangan yang semakin menurun seiring bertambahnya kitosan. Semakin banyak kandungan kitosan pada sampel bioplastik maka persen pemanjangan akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan kitosan memiliki sifat getas yang akan menurunkan nilai elongasi. Penambahan kitosan 2% memiliki nilai elongasi tertinggi pada lama penyimpanan 0 hari sebesar 47,22%. Sedangkan penambahan kitosan 10% memiliki nilai terendah pada lama penyimpanan 28 hari sebesar 3,87%. Lama penyimpanan mempengaruhi nilai persen pemanjangan karena dipengaruhi faktor lingkungan. Menurut Krochta (1992), faktor lingkungan seperti suhu udara dan kelembaban sangat mempengaruhi sifat mekanik sampel bioplastik. Perubahan suhu dan kelembaban udara pada siang dan malam hari mempengaruhi nilai elongasi.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kitosan menurunkan nilai kuat tarik, dan meningkatkan nilai elongasi. Sampel dengan kandungan kitosan 2% memiliki nilai kuat tarik sebesar 12,12 MPa, dan elongasi sebesar 47,22%.
2. Sampel bioplastik dengan penambahan kitosan berhasil menurunkan daya serap air. Penambahan kandungan kitosan 10% memiliki nilai daya serap air terendah sebesar 1,85%.
3. Sampel bioplastik dengan penambahan kitosan terhadap pengaruh ketahanan udara mengakibatkan nilai kuat tarik semakin meningkat dan menurun pada 28 hari tetapi lebih besar dari nilai kuat tarik 0 hari. Penambahan kitosan 0% pada hari ke-21 memiliki nilai kuat tarik tertinggi sebesar 38,16%. Nilai elongasi semakin menurun dari penyimpanan sampel 0 hari hingga 28 hari. Persen perubahan massa terkecil pada sampel dengan kandungan kitosan 10% dan lama penyimpanan 28 sebesar 1,407%.
4. Sampel bioplastik terbaik diperoleh pada sampel dengan penambahan kitosan 2%. Karakteristik mekanik sampel bioplastik ini adalah nilai kuat tarik sebesar 24,43 MPa, elongasi 41,66%, daya serap air 21%, dan ketahanan udara yang baik dengan pertambahan massa sebesar 3,93% selama 28 hari.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan dilakukan uji sudut kontak dan uji ketahanan sampel di kubur dalam tanah untuk mengetahui kekuatan sampel dapat bertahan.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Afrozi, A. 2010. *Sintesis Dan Karakterisasi Katalis Nanokomposit Berbasis Titania Untuk Produk Hidrogen Dari Gliserol Dan Air*. Depok: Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Agustin, Yuana E. dan Padmawijaya. 2016. *Sistesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif*. Surabaya: Univervitas Surabaya
- Averous, L. 2008. *Polylatic Acid: Synthesis, Properties And Applications In Monomer, Polymers, And Composite From Resources (1st Edition)*. Amsterdam: Elsevier Ltd.
- Ben,E,S., Zulianis, A. Halim. 2007. *Studi Awal Pemisahan Amilosa Dan Amilopektin Pati Singkong Dengan Fraksinasi Butanol-Air*. Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi, Vol 2, No.1,1-11
- Bhat, S. G. 1990. *Oleic Acid A Value Added, Product From Palm Oil*. The Conferse Chemistry Technology PORIM: Kuala Lumpur.
- Caner, C., Vergani And Wiles. 1998. *Chitosan Film Mechanical And Permeation Properties As Affected By Acid, Plasticizers, And Storage*. Journal Of Food Science. Vol.63
- Callister, William D, 2007. *Materials Science and Engineering An Introduction*. John Wiley and Sons.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Jilid 3*. Jakarta: Erlangga
- Cowd, M. A. 1991. *Kimia Polimer*. Bandung: ITB
- Darni Y. dan Herti Utami.2010.*Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofibisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*.Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 7(4):88-93.

- Droste, R L.1997.*Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*.Canada:John Willey and Sons, Inc
- Ekayonar Afif. 2008. *Material Teknik*. Depok: UI.
- Eliasson, A.C and M. Gudmundsson. 1996. *Starch: Physiochemical and Functional Aspects in Elliasson, A.C 1996*. New York: Carbohydrats in Foods.Marcell Dekker.
- Fauze A. Aouada. 2011. *New Strategies In The Preparation Of Exfoliated Thermoplastic Starch-Montmorillonite Nanocomposites*. Industrial Crops And Products.
- Gartiser, S., M. Wallrabenstein, G. Stiene. 1998. *Assessment Of Several Test Methods For The Determination Of The Anaerobic Biodegradability Of Polymers I*. Journal Of Environmental Polymer Degradation, 6(3): 159-173
- Gennadios, A. 2002. *Protein Based Film And Coating*. Crc Press, Florida
- Goosen, M. F. A. 1997. *Applications Of Chitin And Chitosan*. USA: Technomic.
- Johnson And Peniston. 1982. *Effect Of PEG Additive On Membrane Fotmation By Phase Inversion*. J. Membr. Sci. 138.153
- Kitamoto, H.K., Y. Shinozaki, X. Cao, T. Morita,dkk. 2011. *Phyllosphere Yeasts Rapidly Break Down Biodegradable Plastics*. AMB Express 1(1):44-54
- Kolybaba, M., L.G. Tabil, S. Panigrahi, W.J. Crerar, T.Powell, B. Wang. *Biodegradable Polymers : Past, Present, and Future*. Paper Is Presented In ASAE Annual Intersectional Meeting Sponsored by the Red River Section of ASAE, Quality Inn & Suites, 301 3rd Avenue North Fargo, North Dakota, USA, October 3-4, 2003.

- Krochta, J. M. 1992. *Control of Mass Transfer in Food With Edible Coating and Film*. Advantage in Food Engineering.
- Kusumawardhani, Rani F. 2017. *Pengaruh Komposisi Zinc Oxide Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Ubi Kayu Dengan Plasticizer Sorbitol Dan Gliserol*. Jurusan Fisika Universitas Brawijaya Malang
- Layudha S. dan Ratnani R.D. 2017. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Bioplastik Dari Limbah Air Cucian Beras (*Oriza sp.*)*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim
- M. Tietz. 2008. *Changes In Structure And Aroma Release From Starch-Aroma Systems Upon A-Amylase Addition*. Eur Food Res Technol. 227:1439-1446
- Muzzarelli, R. A. Farsi, R, Filippini, o. 1990. *Antimicrobial Properties Of N-Carboxybutyl Chitosan*. Antimicrobial agents chemonth, 34:2019-2023
- Ningsih, Sri Widia. *Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat Menggunakan Bakteri Mesofilik dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Saawit*. 2010. Tesis, FMIPA-USU.
- Nugroho, AF.2012. *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Clay*. Skripsi. Jurusan Teknik. Universitas Indonesia:Depok
- Ornum, j. U. 1992. *Shrimp Waste Must It Be Wasred*. Infofish 6: 48-51
- Poeng, R. 2004. *Pengembangan Perangkat Lunak Perencanaan Produksi untuk Produk Kerja Pelat*, Tesis, ITB.

- Powell, M.J., M.J. Wu, J.C. Chin, dan E. Hegedus.2002. *Analysis of Protein Polymorphisms*. Wx-Null Wheat Series Starch Granules
- Ratnayake, Wajira S. and David S. Jackson. 2009. *Starch Gelatinization*. Advances In Food And Nutrition Research, Volume 55
- Ray, S & Okamoto, M. 2003. *Polymer/Layered Silicate Nanocomposites: A Review From Preparation To Processing*. Prog. Polym. Sci., 28.1539-1641.
- Rukmana, Rahmat.1997. *Ubi Kayu, Budi Daya Dan Pascapanen*. Kanisius
- Salindeho R.D dan Soukota J. 2011. *Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material*. Manado : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
- Saputro, Agung N.C. 2017. *Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Kitosan-Pati Ganyong (Canna Edulis)*. Surakarta: Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret
- Selphiana, Patricia, dan Cindy P.A. 2016. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- Triharto, Dandi P. 2010. *Studi Ketahanan Korosi Material Sus 316L, Sus 317L, Sus 329J dan HC-276 Dalam Larutan Asam Asetat Yang Mengandung Ion Bromida*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Vijaya Kumar R. 2003. *Synthesis And Characterization Of A Micro Scale Zinc Oxide-PVA Composite By Ultrasound Irradiation And The Effect Of Composite On The Crystal Growth Of Zinc Oxide*. Journal Of Crystal. Growth 25: 409-417

Wang, Z. L. 2008. *Toward Self-Powered Nanosystems: From Nanogenerators To Nanopiezotronics. Advanced Functional Materials*. 18 (DOI:10.1002/adfm.200800541), 3553-3567

Walewangko, R .2013.*Pengujian Tarik Besi Siku Penampang Segi Empat*. Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

