

**PEMANFAATAN PATI LIMBAH KULIT PISANG RAJA BULU (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN BIOPLASTIK DENGAN VARIASI *PLASTICIZER* DAN KITOSAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)  
program studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh

**ANNISAA' FITRIA**

**NIM. H95218045**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

**2022**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Proposal Tugas Akhir oleh:

NAMA : Annisaa' Fitria  
NIM : H95218045  
JUDUL : Pemanfaatan Pati Limbah Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca L.*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik Dengan Variasi *Plasticizer* Dan Kitosan

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

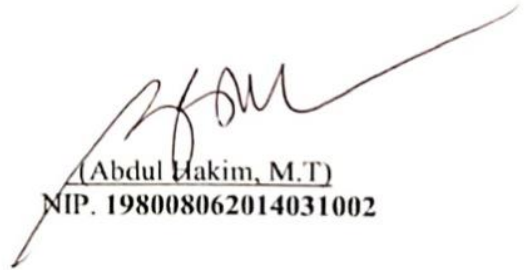
Surabaya, 18 Maret 2022

Dosen Pembimbing I



(Widya Nilandita, M.KL)  
NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing II



(Abdul Hakim, M.T)  
NIP. 198008062014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Annisaa' Fitria

NIM : H95218045

Judul : Pemanfaatan Pati Limbah Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik dengan Variasi *Plasticizer* dan Kitosan

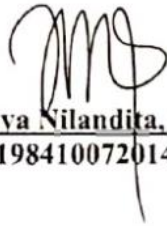
Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 25 Oktober 2022

Mengesahkan,

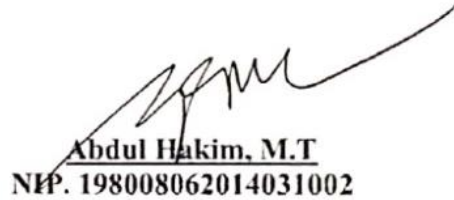
Dewan Penguji

Dosen Penguji I



Widya Nilandita, M.KL  
NIP. 198410072014032002

Dosen Penguji II \*



Abdul Hakim, M.T  
NIP. 198008062014031002

Dosen Penguji III



Sulistiya Nengse, M.T  
NIP. 199010092020122019

Dosen Penguji IV



Estri Kusumawati, M.Kes  
NIP. 198708042014032003

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UN Surab Ampel Surabaya



  
Saepul Hamdani, M.Pd  
NIP. 196507312000031002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Annisaa' Fitria

NIM : H95218045

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2018

menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "Pemanfaatan Pati Limbah Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik dengan Variasi *Plasticizer* dan Kitosan".

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Surabaya, 2 November 2022

Yang menyatakan,



Annisaa' Fitria

(NIM. H95218045)



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ANNISAA' FITRIA  
NIM : H195218045  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : annisaaf61@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

**PEMANFAATAN PATI LIMBAH KULIT PISANG RAJA BULU (*Musa paradisiaca L.*  
*var sapientum*) SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN BIOPLASTIK DENGAN  
VARIASI PLASTICIZER DAN KITOSAN**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 1 November 2022

Penulis

( ANNISAA' FITRIA )

## **HALAMAN MOTTO**

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”*

(QS. Al-Mujadilah:11)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan banyak syukur dan alhamdulillah, Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk orang-orang yang berjasa dalam perjalanan hidup saya:

1. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan kasih sayang yang luar biasa, baik secara moril maupun materil demi kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah membantu dan membimbing dengan baik selama di perkuliahan.
3. Untuk keluarga dan saudara saya, terimakasih atas semua bantuan, dukungan dan doanya juga.
4. Teruntuk kerabat dekat saya, Anggun, Najwa, Eva, Nena, Defina, Chacha yang selalu memberikan dukungan, hiburan, dan doa kepada penulis hingga bisa bertahan sampai saat ini.
5. Untuk teman-teman saya, Ifa, Rosa, Ai, Indah, Ani, Sifa, Akmal, Zulfa dan teman-teman seperjuangan ENV 5 lainnya, terima kasih telah menemani, menghibur dan banyak membantu, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Pemanfaatan Pati Limbah Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik dengan Variasi *Plasticizer* dan *Kitosan*”**, sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya tak luput dari bimbingan, nasehat dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun material. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya
2. Prof. Akh. Muzakki, M.Ag., Grad.Dip.SEA., M.Phil., Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
3. Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
4. Ibu Shinfi Wazna Auvaria, M.T, selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
5. Ibu Sulistiya Nengse, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
6. Ibu Widya Nilandita, M.KL dan Bapak Abdul Hakim, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberikan waktu, tenaga, dan upayanya untuk memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.
7. Ibu Sulistiya Nengse, M.T dan Ibu Estri Kusumawati, M.Kes selaku Dosen Penguji I dan II yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik penulis harapkan demi kesempurnaan tugas



akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya untuk penulis dan para pembaca.

Surabaya, 10 Oktober 2022

Penulis

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN PATI LIMBAH KULIT PISANG RAJA BULU (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN BIOPLASTIK DENGAN VARIASI *PLASTICIZER* DAN KITOSAN

Berbagai upaya dalam menekan volume sampah plastik telah dilakukan, salah satunya yaitu mengganti plastik konvensional dengan bioplastik ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, bahan utama pembuatan bioplastik yaitu pati limbah kulit pisang Raja Bulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang Raja Bulu, yang meliputi uji kuat tarik, elongasi, nilai ketebalan, nilai daya serap air, gugus fungsi, serta mengetahui seberapa lama bioplastik ini dapat terurai. Penelitian ini berbasis eksperimental di laboratorium. Bahan aditif atau bahan tambahan lain yang digunakan yaitu *plasticizer* yang meliputi gliserol dan sorbitol, serta penambahan kitosan. Penelitian ini terdapat 2 variasi, variasi pertama yaitu bioplastik dengan *plasticizer* gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol+sorbitol tanpa penambahan kitosan (A1, B1, dan C1), sedangkan variasi kedua yaitu bioplastik dengan *plasticizer* gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol+sorbitol dengan penambahan kitosan (A2, B2, dan C2). Adapun hasil uji kuat tarik bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang yaitu berkisar 1,9 – 21,17 Mpa dengan nilai kuat tarik tertinggi yaitu sampel B2 dan nilai kuat tarik terendah yaitu sampel A1. Untuk nilai elongasi yang dihasilkan berkisar 12,62 – 64,22 % dengan nilai elongasi tertinggi yaitu sampel A1 dan nilai elongasi terendah yaitu sampel B2. Untuk nilai daya serap yang dihasilkan berkisar 43,4 – 120,2% dengan nilai daya serap tertinggi yaitu sampel B1 dan nilai daya serap terendah yaitu A2. Untuk uji biodegradabilitas, bioplastik dengan bahan dasar pati limbah kulit pisang ini dapat terurai sempurna dalam waktu 14-15 hari (tanpa penambahan kitosan) dan 19-20 hari (dengan penambahan kitosan). Hasil analisis gugus fungsi menunjukkan bahwa komponen gugus fungsi yang terbaca sama dengan komponen utamanya, sehingga tidak terdapat gugus fungsi baru yang terbentuk.

**Kata Kunci:** bioplastik, *plasticizer*, kitosan, pati kulit pisang

## ABSTRACT

### UTILIZATION OF WASTE STARCH OF “RAJA BULU” BANANA (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) AS BASIC MATERIALS FOR BUILDING BIOPLASTIC WITH VARIATIONS OF PLASTICIZER AND CHITOSAN

Various efforts have been made to reduce the volume of plastic waste, one of which is replacing conventional plastics with environmentally friendly bioplastics. In this study, the main ingredient for making bioplastics was starch from “Raja Bulu” banana peel waste. This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of bioplastics made from “Raja Bulu” banana peel waste starch, which include tensile strength, elongation, thickness, water absorption values, functional groups, and how long this bioplastic can be decomposed. This research is experimentally based in a laboratory. Other additives used are plasticizers, which include glycerol and sorbitol, as well as the addition of chitosan. There are 2 variations in this study. The first variation is bioplastic with glycerol, sorbitol, and a mixture of glycerol + sorbitol without the addition of chitosan (A1, B1, and C1), while the second variation is bioplastic with glycerol, sorbitol plasticizer, and a mixture of glycerol + sorbitol with the addition of chitosan (A2, B2, and C2). The results of the tensile strength test for bioplastics made from banana peel waste starch ranged from 1.9 to 21.17 Mpa, with the highest tensile strength value being sample B2 and the lowest tensile strength value being sample A1. The resulting elongation value ranges from 12.62 to 64.22%, with the highest elongation value being sample A1 and the lowest elongation value being sample B2. The value of the resulting absorption ranges from 43.4–120.2% with the highest absorption value being sample B1 and the lowest absorption value being A2. For the biodegradability test, this bioplastic made from banana peel waste starch can completely decompose within 14–15 days (without the addition of chitosan) and 19–20 days (with the addition of chitosan). The results of the functional group analysis showed that the functional group components read were the same as the main components, so that no new functional groups were formed.

**Keywords:** *bioplastic, plasticizer, chitosan, banana peel starch*

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>             | <b>ii</b>   |
| <b>PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>                 | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN MOTTO .....</b>                      | <b>vi</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>                | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                      | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                            | <b>x</b>    |
| <b>ABSTRACT.....</b>                            | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                          | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                       | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                       | <b>xvi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                    | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                   | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang.....                        | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                       | 4           |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                    | 4           |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                   | 4           |
| 1.5. Batasan Masalah .....                      | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>             | <b>6</b>    |
| 2.1. Plastik .....                              | 6           |
| 2.2. Bioplastik.....                            | 8           |
| 2.3. Pati .....                                 | 10          |
| 2.3.1. Pati Sebagai Bahan Baku Bioplastik ..... | 12          |
| 2.3.2. Gelatinisasi Pati .....                  | 12          |
| 2.4. Kitosan.....                               | 13          |
| 2.5. <i>Plasticizer</i> .....                   | 14          |
| 2.5.1. Gliserol.....                            | 14          |
| 2.5.2. Sorbitol.....                            | 16          |
| 2.6. Pisang Raja .....                          | 17          |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.6.1. Klasifikasi dan Morfologi Pisang Raja Bulu .....       | 18        |
| 2.6.2. Kandungan Kulit Pisang Raja Bulu .....                 | 20        |
| 2.6.3. Pemanfaatan Pati Kulit Pisang Raja Bulu.....           | 20        |
| 2.7. Karakteristik Mekanik Bioplastik.....                    | 21        |
| 2.7.1. Kuat Tarik (MPa).....                                  | 21        |
| 2.7.2. Pemanjangan/Elongasi (%).....                          | 22        |
| 2.8. Daya Serap Air Bioplastik .....                          | 23        |
| 2.9. FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....         | 23        |
| 2.10. Biodegradabilitas Bioplastik.....                       | 24        |
| 2.11. Integrasi Keislaman .....                               | 24        |
| 2.12. Penelitian Terdahulu .....                              | 26        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                        | <b>33</b> |
| 3.1. Waktu Penelitian.....                                    | 33        |
| 3.2. Lokasi Penelitian .....                                  | 33        |
| 3.3. Tahapan Penelitian.....                                  | 33        |
| 3.3.1. Kerangka Pikir Penelitian .....                        | 33        |
| 3.3.2. Diagram Alir Penelitian .....                          | 35        |
| 3.4. Metode Penelitian .....                                  | 37        |
| 3.5. Prosedur Penelitian .....                                | 37        |
| 3.5.1. Menyiapkan Alat Dan Bahan.....                         | 37        |
| 3.5.2. Proses Ekstraksi Pati dari Kulit Pisang Raja Bulu..... | 38        |
| 3.5.3. Proses Pembuatan Bioplastik.....                       | 38        |
| 3.6. Rancangan Penelitian.....                                | 40        |
| 3.7. Pengujian Bioplastik.....                                | 40        |
| 3.7.1. Ketebalan Bioplastik.....                              | 40        |
| 3.7.2. Uji Kuat Tarik / <i>Tensile-Strength</i> (MPa) .....   | 41        |
| 3.7.3. Pemanjangan/Elongasi (%).....                          | 41        |
| 3.7.4. Uji Daya Serap Air .....                               | 41        |
| 3.7.5. Uji Gugus Fungsi .....                                 | 42        |
| 3.7.6. Uji Biodegradabilitas Bioplastik.....                  | 42        |
| 3.8. Analisis Data.....                                       | 43        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                      | <b>44</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 4.1. Hasil Ekstraksi Pati Limbah Kulit Pisang .....   | 44         |
| 4.2. Proses Pembuatan Bioplastik.....                 | 46         |
| 4.3. Hasil Penampakan Bioplastik .....                | 49         |
| 4.4. Hasil Uji Karakteristik Mekanik Bioplastik ..... | 50         |
| 4.4.1. Ketebalan Bioplastik.....                      | 51         |
| 4.4.2. Kuat Tarik Bioplastik.....                     | 53         |
| 4.4.3. Elongasi Bioplastik.....                       | 56         |
| 4.5. Hasil Pengujian Daya Serap Air Bioplastik.....   | 59         |
| 4.6. Hasil Pengujian Degradasi Bioplastik .....       | 62         |
| 4.7. Hasil Pengujian FTIR Bioplastik.....             | 66         |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                             | <b>72</b>  |
| 5.1. Kesimpulan.....                                  | 72         |
| 5.2. Saran .....                                      | 72         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                            | <b>74</b>  |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                  | <b>I-1</b> |



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Jenis Plastik dan Nomer Penggunaannya.....            | 7  |
| Tabel 2.4 Komposisi Zat Gizi Kulit Pisang Raja per 100 gr ..... | 20 |
| Tabel 2.2 Sifat Mekanik dalam SNI.....                          | 22 |
| Tabel 2.3 Sifat Mekanik dalam JIS .....                         | 22 |
| Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu .....                            | 26 |
| Tabel 3.2 Variasi Sampel .....                                  | 40 |
| Tabel 4.1 Hasil Penampakan Bioplastik .....                     | 48 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Ketebalan Bioplastik .....           | 51 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kuat Tarik Bioplastik .....          | 54 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Elongasi Bioplastik.....             | 57 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Serap Air Bioplastik.....        | 59 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Degradasi Bioplastik .....            | 62 |
| Tabel 4.7 Hasil Identifikasi Gugus Fungsi.....                  | 67 |

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Struktur Amilosa (a) dan Struktur Amilopektin (b).....    | 11 |
| Gambar 2.2 Struktur Kitosan .....                                    | 13 |
| Gambar 2.3 Struktur Gliserol.....                                    | 15 |
| Gambar 2.4 Struktur Sorbitol.....                                    | 16 |
| Gambar 2.5 Tanaman Pisang Raja Bulu .....                            | 19 |
| Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian.....                            | 34 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....                             | 36 |
| Gambar 4.1 Limbah Kulit Pisang Raja Bulu .....                       | 44 |
| Gambar 4.2 Proses Pengeringan Pati .....                             | 45 |
| Gambar 4.3 Hasil Ekstraksi Pati Kulit Pisang Raja Bulu .....         | 46 |
| Gambar 4.4 Proses Pemanasan Bioplastik .....                         | 47 |
| Gambar 4.5 Gelembung-Gelembung Udara .....                           | 49 |
| Gambar 4.6 Penampakan Visual Bioplastik.....                         | 50 |
| Gambar 4.7 Grafik Nilai Ketebalan Bioplastik.....                    | 52 |
| Gambar 4.8 Grafik Nilai Kuat Tarik Bioplastik.....                   | 55 |
| Gambar 4.9 Grafik Nilai Elongasi Bioplastik.....                     | 58 |
| Gambar 4.10 Grafik Nilai Daya Serap Air Bioplastik.....              | 60 |
| Gambar 4.11 Grafik Nilai Persentase Kehilangan Bobot Bioplastik..... | 63 |
| Gambar 4.12 Grafik Total Waktu Degradasi Sempurna Bioplastik .....   | 64 |
| Gambar 4.13 Pengujian Degradasi Bioplastik .....                     | 66 |
| Gambar 4.14 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Bioplastik A1 .....         | 67 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |        |
|---|--------|
| Lampiran 1. Hasil Pengujian Kuat Tarik dan Elongasi.....                  | I-1    |
| Lampiran 2. Hasil Pengujian FTIR Bioplastik.....                          | II-1   |
| Lampiran 3. Hasil Perhitungan Uji Ketebalan Bioplastik.....               | III-1  |
| Lampiran 4. Hasil Perhitungan Uji Kuat Tarik Bioplastik .....             | IV-1   |
| Lampiran 5. Hasil Perhitungan Daya Serap Air Bioplastik .....             | V-1    |
| Lampiran 6. Hasil Perhitungan Persentase Kehilangan Bobot Bioplastik..... | VI-1   |
| Lampiran 7. Pengujian Biodegradabilitas Bioplastik.....                   | VII-1  |
| Lampiran 8. Dokumentasi Proses Ekstraksi Pati .....                       | VIII-1 |
| Lampiran 9. Dokumentasi Proses Pembuatan Bioplastik .....                 | IX-1   |
| Lampiran 10. Proses Pengujian Bioplastik .....                            | X-1    |



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Suminto (2017) beberapa jenis plastik yang sering digunakan, antara lain PET (*PolyEtylene Terephthalate*), PP (*PolyPropylene*), PE (*PolyEtylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), dan PS (*Poly Styrene*). Produk plastik ini sering kita temui di bidang industri dan banyak dimanfaatkan untuk penggunaan barang sehari-hari, salah satunya yaitu kantong plastik. Menurut Purwoko (2012), kantong plastik banyak diminati karena praktis, ringan, mudah dibawa kemana-mana, kuat, dan harganya yang terjangkau. Bahkan, kantong plastik tidak lagi berharga dan dianggap menjadi “bonus” ketika membeli suatu barang.

Penggunaan plastik tiap tahunnya terus meningkat dan berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah penduduk. Dikutip dari jurnal Okunola A, dkk., (2019), setiap tahun terdapat sekitar 500 miliar kantong plastik digunakan dan diperkirakan 13 juta ton berakhir di laut, membunuh sekitar 100.000 kehidupan laut. Sedangkan di Indonesia, dikutip dari artikel Kementerian Keuangan Republik Indonesia (2019), data KLHK pada tahun 2016 menyebutkan bahwa setiap tahun terdapat 9,85 miliar lembar kantong plastik dihasilkan.

Dampak yang ditimbulkan dari penumpukan sampah kantong plastik sangat berbahaya bagi ekosistem dan kelangsungan hidup di bumi. Salah satunya yaitu tercemarnya lingkungan baik air, tanah, maupun udara akibat racun dari partikel plastik tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian untuk menciptakan teknologi alternatif dalam mengurangi sampah plastik tersebut.

Dalam surah Ali Imran (3) : 190-191, yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ . الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka."

Dalam buku Tafsir Al-Azhar jilid 2, dijelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan hamba-Nya untuk merenungkan dan mempergunakan pikiran dalam memperhatikan alam, langit, dan bumi seperti *Ulul Abab*, yaitu orang-orang yang senantiasa berdzikir dan berfikir (Hamka, 1989). Dalam hal ini, ayat tersebut dapat dijadikan sebagai dorongan semangat bagi para peneliti ataupun akademisi untuk terus berinovasi dalam menciptakan teknologi untuk mengatasi permasalahan lingkungan terkait penggunaan plastik dengan konsep yang ramah lingkungan.

Bioplastik merupakan salah satu inovasi sebagai opsi pengganti plastik konvensional. Komponen utama dalam pembuatan bioplastik ini terdiri dari bahan baku alamiah seperti pati dan selulosa (Elisusanti, dkk., 2019). Dikutip dari Nahwi (2016), beberapa peneliti telah banyak menggunakan tanaman umbi-umbian sebagai bahan baku untuk membuat plastik ramah lingkungan karena kadar pati yang terkandung didalamnya paling tinggi diantara tanaman lainnya. Akan tetapi, tanaman umbi-umbian lebih memiliki nilai jual yang tinggi sebagai bahan pangan olahan dibandingkan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan pengganti lainnya yang lebih ekonomis dan tidak mengurangi nilai kegunaannya sebagai bahan pangan olahan.

Pisang adalah salah satu tanaman yang dapat tumbuh di berbagai musim, sehingga memiliki potensi produksi yang tinggi. Dikutip dari Pusat Data dan Informasi Pertanian (2021), disebutkan pada tahun 2020 Indonesia memproduksi 8.182.756 ton pisang. Dari hasil produksi tersebut, sejumlah 1.778.960 ton dikonsumsi oleh masyarakat. Semakin banyak jumlah pisang yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula limbah kulit pisang yang dihasilkan. Kulit pisang mewakili sekitar 30% dari total buah (Wardi & Fendri, 2018). Sehingga, jika ditotal maka potensi jumlah limbah kulit pisang sebanyak 30% dari jumlah konsumsi yaitu 533.688 ton. Berdasarkan data tersebut, apabila limbah kulit pisang dibuang begitu saja tanpa diolah, limbah tersebut akan menumpuk dan merusak nilai estetika lingkungan.

Salah satu kandungan kulit pisang yaitu pati. Kandungan pati di dalam kulit pisang raja bulu terbilang cukup tinggi. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Musita (2009), bahwa rendemen pati pada pisang raja bulu sebesar 24,12 %, paling tinggi diantara pisang ambon, pisang batu, pisang janten, pisang kepok kuning, pisang kepok manado, pisang muli, pisang nangka, pisang raja sereh, pisang tanduk. Selain itu, pati resisten yang terkandung dalam pisang raja bulu juga termasuk tinggi yaitu sebesar 30,66 %.

Menurut Saputro & Ovita, (2017), bioplastik berbasis pati murni memiliki kekurangan yaitu rendahnya kekuatan mekanik yang dihasilkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan bahan tambahan biopolimer lainnya seperti *plasticizer*. Jenis *plasticizer* yang paling banyak digunakan adalah gliserol dan sorbitol. Selain karena mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau, kedua jenis *plasticizer* ini memiliki stabilitas dan tidak beracun (Hidayati, dkk., 2015). Selain *plasticizer*, bahan tambahan lain seperti kitosan juga diperlukan. Kitosan disini berfungsi untuk memperbaiki sifat mekanik pada bioplastik terutama pada nilai kuat tariknya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mekanik dan daya serap air pada bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan variasi *plasticizer* dan kitosan?
2. Berapa lama waktu degradasi bioplastik berbahan bahan dasar pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan variasi *plasticizer* dan kitosan?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik mekanik dan daya serap air pada bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan variasi *plasticizer* dan kitosan.
2. Mengetahui lama waktu degradasi bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan variasi *plasticizer* dan kitosan.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari adanya penelitian ini adalah:

1. Dapat memanfaatkan kembali limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) sebagai bahan alternatif untuk pembuatan bioplastik yang ramah lingkungan.
2. Dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan oleh plastik konvensional.
3. Dapat dijadikan acuan referensi untuk penelitian bioplastik selanjutnya.

## 1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan dasar pembuatan bioplastik berasal dari pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) yang didapatkan dari toko penjual pisang goreng.
2. Hasil akhir produk bioplastik berupa *film plastic* (lembaran plastik)

3. Bioplastik ini menggunakan 2 jenis *plasticizer*, dengan 3 taraf yaitu gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol + sorbitol dengan konsentrasi masing-masing 25% dari berat pati.
4. Kitosan yang digunakan terbuat dari kulit udang, dengan konsentrasi 4%.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Plastik

Plastik merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Produk plastik ini sering kita temui di bidang industri dan telah banyak dimanfaatkan untuk penggunaan barang sehari-hari, mulai dari peralatan rumah tangga, peralatan elektronik, kantong plastik dan masih banyak lagi (Suminto, 2017). Plastik merupakan polimer dengan komponen penyusun utamanya yaitu karbon dan hidrogen yang membentuk rantai panjang yang saling mengikat satu sama lain (Nurhalima, 2015). Oleh karena itu, untuk dapat terdegradasi secara sempurna membutuhkan waktu sekitar 300 hingga 500 tahun lamanya (Akbar, dkk., 2013).

Menurut Syarief (1991) dalam Anggono (2020), berdasarkan sifat fisiknya, terdapat 2 jenis plastik yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*.

#### a. *Thermoplastic*

Plastik jenis ini dapat didaur ulang dengan proses pemanasan. Apabila dipanaskan pada suhu tertentu, plastik ini akan mencair dan kemudian dapat dibentuk atau dicetak kembali. *Thermoplastic* termasuk salah satu plastik yang banyak digunakan sehari-hari, contohnya *polistiren, polietilen, polikarbonat* (Suryani, 2021).

#### b. *Thermosetting*

Berbeda dengan *thermoplastic*, plastik jenis ini tidak dapat didaur ulang atau diolah kembali. Apabila dipanaskan kembali, bahan plastik justru akan rusak karena jenis plastik sifatnya hanya satu kali proses pelunakan. Contoh *thermosetting* yaitu *poly urethane* dan *urea formaldehyde*.

Untuk plastik jenis *thermoplastic*, memiliki kode pada masing-masing. Kode tersebut berfungsi untuk mengelompokkan jenis plastik yang sama dan mempermudah untuk mendaur ulang. Pengelompokan plastik dapat dilihat pada **Tabel 2.1**



**Tabel 2.1** Jenis Plastik dan Nomer Penggunaannya

| No. Kode | Jenis Plastik                            | Sifat-Sifat   | Aplikasi Kemasan   |
|----------|--|---|--|
| 1        | PET ( <i>Polyethylene Terephthlate</i> ) | Bening, kuat, tangguh, non permeabel                    | Botol kemasan air mineral, botol <i>softdrink</i>                  |
| 2        | HDPE ( <i>High density Polyetylen</i> )  | Kaku, kuat, tangguh, tahan lembab                       | Botol susu, jus buah, kantong belanja                              |
| 3        | PVC ( <i>Polyvinyl Cheloride</i> )       | Tangguh, kuat, mudah dicampur                           | Pipa bangunan, pipa air  |
| 4        | LDPE ( <i>Low density Polyethylene</i> ) | Mudah diproses, kuat, tangguh, fleksibel, mudah disegel | Kantong makanan beku, botol kecap, botol saus                      |
| 5        | PP ( <i>Polypropilene Polypropene</i> )  | Kuat, tangguh, tahan panas, minyak, bahan kimia         | Peralatan dapur, peralatan <i>microwave</i> , mangkok sekali pakai |
| 6        | PS ( <i>Polystyrene</i> )                | Mudah dibentuk dan diproses                             | Karton telur, <i>styrofoam</i> ,                                   |
| 7        | <i>Other (O)</i>                         | Tergantung dari jenis polimer                           | Botol susu bayi, barang-barang elektronik                          |

Sumber : (Suminto, 2017)

Selain berdasarkan sifat fisik, plastik juga dikelompokkan berdasarkan sumbernya, yaitu polimer alami dan polimer sintetis (Suryani, 2021). Polimer alami merupakan senyawa yang tersusun atas monomer organik dan tersedia di alam. Polimer alami dapat ditemukan pada kayu, tumbuhan, dan hewan. Contoh dari polimer alami, antara lain: pati, selulosa, hemiselulosa, pektin, glikogen. Selain karena mudah didapatkan, polimer alami juga memiliki sifat mekanis yang baik sehingga sering digunakan dalam dunia industri. Sedangkan polimer sintetis, merupakan polimer buatan yang disintesis dari monomer-monomer dalam reaktor (Suryani, 2021). Contoh dari polimer sintetis, antara lain: *polipropilene*, *polistirene*, *poliester*.



## 2.2. Bioplastik

Plastik *Biodegradable* atau bioplastik merupakan biopolimer yang berasal dari bahan-bahan alami dan dapat didaur ulang melalui proses biologis, sehingga dapat melestarikan sumber daya alam yang terbatas (bahan bakar fosil) dan membantu meminimalisir emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub> netral) (Pilla, 2011). Bioplastik dapat digunakan selayaknya seperti plastik pada umumnya yang memiliki karakteristik ringan, kedap udara, dan kedap air (Stephen & Temitope, 2018).

Menurut Pilla (2011) dalam Suryani (2021), bioplastik sering didefinisikan dengan istilah *Environmentally Degradable Polymers* (EDPs). Adapun pengertian dari *Environmentally Degradable Polymers* adalah sebagai berikut:

- a. Bahan yang memiliki karakteristik yang sama seperti plastik biasa pada umumnya (plastik konvensional),
- b. Material yang dapat terurai setelah digunakan menjadi senyawa dengan berat molekul rendah karena aksi gabungan agen fisiko-kimia dan mikroorganisme yang ada di alam; dan
- c. Material yang terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Di dalam jurnal Stephen & Temitope (2018), disebutkan bahwa terdapat 3 kategori plastik berbasis bio berdasarkan bahan dasar pembuatannya, antara lain:

- a. Kategori I, polimer langsung diekstraksi dari biomassa. Contohnya adalah polisakarida (pati dan selulosa) dan protein.
- b. Kategori II, polimer yang dihasilkan dari proses sintesis klasik menggunakan monomer berbasis bio terbarukan. Contohnya adalah asam poliasetat, poliester bio yang dipolimerisasi dari monomer asam laktat.
- c. Kategori III, polimer yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau bakteri yang dimodifikasi secara genetik (Stephen & Temitope, 2018).

Dikutip dari Wijayanti, dkk., (2016), Harald Kaeb selaku Sekretaris Jendral dari *European Bioplastic* menyatakan setidaknya terdapat 4 jenis plastik yang berbasis *biodegradable*, antara lain: *starch-based*

*plastics/thermoplastic starch* (TPS), *cellulose-based plastics*, *PLA* (*polylactic acid*), dan *PHA* (*polyhydroxylalkanoates*). Dari keempat jenis plastik *biodegradable* tersebut, jika dikategorikan ke dalam klasifikasi bioplastik berdasarkan bahan dasar pembuatannya yang dibuat oleh Srikanth Pilla (2011) maka yang termasuk ke dalam kategori I adalah *starch-based plastics* dan *cellulose-based plastics*, kategori II adalah *PLA* (*polylactic acid*), dan kategori III adalah *PHA* (*polyhydroxylalkanoates*).

Menurut Pilla (2011), bioplastik telah menjadi kebutuhan di banyak industri aplikasi seperti kemasan makanan, pertanian, dan kantong kompos. Terlepas dari ini, dapat diperkirakan bahwa dengan peningkatan kinerja material, bioplastik akan digunakan dalam biomedis, struktural, listrik dan konsumen lainnya produk. Meskipun bioplastik sangat menarik minat banyak ilmuwan dan insinyur di seluruh dunia, akan tetapi masih memiliki beberapa kelemahan dibandingkan dengan rekan-rekan sintetis mereka. Penerapannya masih terbatas pada area yang saat ini didominasi oleh plastik berbahan bakar fosil. Untuk meningkatkan sifat bioplastik, campuran polimer dan komposit umumnya diselidiki.

Menurut Krisna (2011), ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan bioplastik antara lain:

1. Suhu

Suhu pemanasan merupakan salah satu faktor penting yang akan menentukan sifat mekanik *edible film*. Masing-masing pati memiliki suhu gelatinisasi yang berbeda pula. Agar pati dapat tergelatinisasi, diperlukan pemanasan dengan suhu tertentu hingga membentuk adonan pasta pati yang merupakan awal terbentuknya *edible film*.

2. Konsentrasi Pati

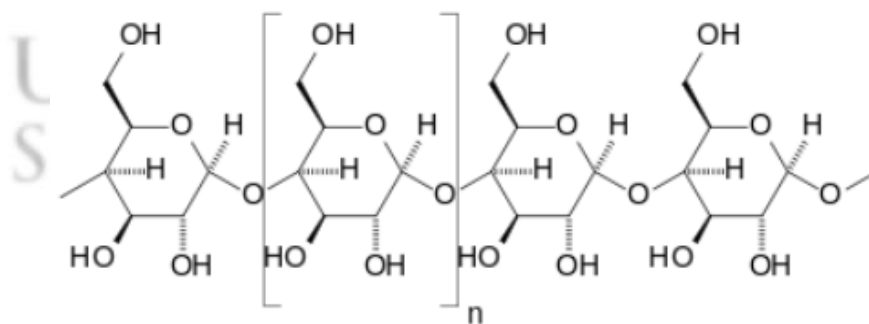
Konsentrasi pati memberikan pengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Tingginya konsentrasi pati menyebabkan bertambahnya jumlah polimer yang berpengaruh pada rongga dalam gel, dan bioplastik akan menjadi sangat tebal dan rapat (Nur dkk., 2020).

### 3. *Plasticizer* dan bahan aditif lain

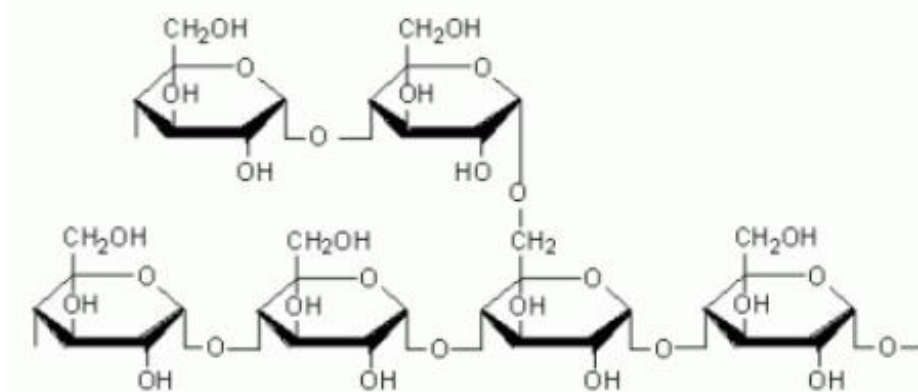
Sifat bioplastik yang meliputi kelenturan dan kekuatan dipengaruhi dengan penggunaan jenis dan konsentrasi dari *plasticizer* serta bahan aditif yang akan ditambahkan dalam pembuatan bioplastik.

#### 2.3. Pati

Pati atau amilum termasuk karbohidrat kompleks yang merupakan polimer glukosa, yang terdiri dari amilosa dan amilopektin, dengan rumus kimia  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Pati didapatkan dari tumbuh-tumbuhan untuk menyimpan glukosa yang berlebih (Maladi, 2019). Pati dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik dikarenakan memiliki karakter fisik yang mirip dengan plastik. Secara umum, kandungan amilosa dan amilopektin memiliki perbandingan 20% : 80% dari total keseluruhan jumlah pati (Polnaya, dkk., 2015). Amilosa memiliki struktur yang lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin memiliki struktur yang bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan  $\alpha$ -(1,6) (Maladi, 2019). Menurut Krisna (2011), setiap jenis pati dipengaruhi oleh sumber pati, bentuk dan ukuran granula pati, rasio kandungan amilosa dan amilopektin, kandungan komponen non pati, struktur kristalin dan amorf.



(a) struktur amilosa



(b) struktur amilopektin

**Gambar 2.1** Struktur Amilosa (a) dan Struktur Amilopektin (b)

Sumber: (Melani, dkk., 2019)

Dikutip dari Kamsiati, dkk., (2017), sifat fisiko kimia pati yang meliputi daya serap air, kelarutan, derajat gelatinisasi pati, dan *swelling power* dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin di dalamnya. Semakin tinggi kadar amilosa di dalamnya, pembentukan gel akan semakin sulit dikarenakan suhu gelatinisasinya lebih tinggi. Gelatinisasi merupakan proses pembentukan gel akibat adanya pembengkakan granula pati yang disebabkan adanya panas dan air. Selain itu, pati dengan kandungan amilosa yang tinggi cenderung menyerap air lebih banyak, lebih kering, dan kurang menempel. Sedangkan pati yang mengandung amilopektin lebih tinggi cenderung sedikit menyerap air, lebih basah, dan lengket.

Pati didapatkan dengan cara mengekstraksi karbohidrat (Martunis, 2012). Setelah dilakukan pencacahan melalui proses pamarutan, selanjutnya diekstrak dengan pelarut. Pelarut yang biasa digunakan adalah air. Agar kandungan patinya dapat dikeluarkan, dilakukan proses pengendapan sampai terbentuk endapan. Endapan yang telah terbentuk kemudian dikeringkan pada suhu dengan lama waktu tertentu. Tujuan proses pengeringan pati tersebut adalah menjadikan pati lebih tahan lama. Seperti yang dijelaskan oleh Martunis (2012), bahwa tujuan dilakukannya pengeringan pati adalah agar kandungan air didalamnya berkurang hingga

batas tertentu, dimana perkembangan mikroorganismenya dapat dihentikan sehingga pati dapat tahan lama.

### 2.3.1. Pati Sebagai Bahan Baku Bioplastik

Indonesia termasuk salah satu negara yang kaya akan sumber daya alamnya, salah satunya yaitu keberadaan pati yang melimpah ruah. Dikutip dari Maladi (2019), pemanfaatan pati dalam pembuatan bioplastik di Indonesia dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu sebagai berikut:

- a. *Blending* atau pencampuran, polimer plastik dengan *biodegradable*

Teknik ini dilakukan dengan mencampurkan polimer plastik dan pati. Untuk jenis plastik yang digunakan bisa dengan plastik *biodegradable* (PCL, PBS, atau PLA) atau dengan plastik konvensional. Untuk pati yang digunakan yaitu pati yang telah mengalami gelatinisasi atau pati mentah. Metode ini dilakukan menggunakan *mixer* berkecepatan tinggi.

- b. Modifikasi Kimiawi Pati

Dalam teknik ini digunakan metode *grafting* (pencangkokan) untuk menambah sifat plastisitas pada pati. Jenis polimer yang akan dicangkokkan pada pati, akan mempengaruhi sifat biodegradabilitas yang dihasilkan pada produk plastik. Namun, kelemahan dari modifikasi kimiawi pati ini adalah berkurangnya sifat biodegradabilitas pati atau bahkan sampai hilang.

- c. Pemanfaatan Pati Sebagai Bahan Baku Fermentasi Monomer Atau Polimer Bioplastik

Pati juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku fermentasi untuk menghasilkan poliester mikroba, asam laktat, 1,4-butanediol, atau biopolimer lainnya.

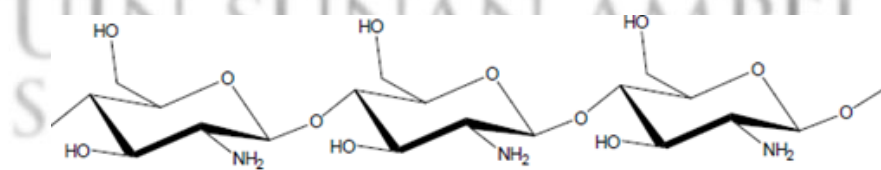
### 2.3.2. Gelatinisasi Pati

Gelatinisasi pati merupakan proses pembentukan gel akibat adanya pembengkakan granula pati. Pembengkakan granula ini

terjadi ketika dipanaskan dengan air berlebih sehingga kehilangan *birefringence* (Ritonga, 2018). Butiran akan pecah dan menyebar pada saat pembengkakan telah mencapai volume maksimum. Beberapa variasi pati memiliki temperatur gelatinisasi yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh adanya perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin didalamnya sehingga tiap pati memiliki karakteristik yang berbeda pula. Dalam proses pemanasan (suhu mencapai 60-70°C), butiran larut didalamnya akan terganggu oleh energi sekitarnya yang menyebabkan hilangnya kristalinitas.

#### 2.4. Kitosan

Kitosan adalah polimer alami kedua yang paling melimpah setelah selulosa (Shah, dkk., 2021). Kitosan dengan rumus molekul  $[C_6H_{11}NO_4]_n$  merupakan polimer rantai panjang glukosamin yang dibuat dari proses deasetilasi kitin dengan bahan organik utama *crustaceae*, *fungi*, *insecta*, *mollusca* dan *arthropoda* (Suryani, 2021). Kitosan tidak dapat larut dalam basa dan asam mineral kecuali dalam kondisi tertentu. Kelarutan kitosan tertinggi hanya pada larutan asam asetat 1%, asam format 10% dan asam sitrat 10%. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam asam sulfat, dan pelarut-pelarut organik seperti alkohol, aseton, dimetil formamida, dan dimetil sulfoksida (Laila, 2014). Adapun struktur kitosan dapat dilihat pada **Gambar 2.2**



**Gambar 2.2** Struktur Kitosan

Sumber: (Fahnur, 2017)

Kitosan termasuk ke dalam jenis polimer *biodegradable* yang memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu, *biocompatibility*. *Biocompatibility* merupakan suatu kemampuan dalam *downgrade* sifat kimia fisik suatu bahan yang baik. Sifat komponen lain yang dimiliki oleh kitosan adalah mengikat, reaktif, pembentuk film, pengkelat, penstabil, penjernih, dan



pengabsorpsi. Selain itu, kitosan bersifat hidrofobik dan memiliki antimikrobal sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet (Alam, dkk., 2018).

Didalam pembuatan bioplastik, penambahan kitosan mempengaruhi karakteristik bioplastik. Seperti halnya dalam penelitian Muhammad, dkk., (2021), penambahan kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada bioplastik. Penambahan kitosan sebanyak 2,5 gr menghasilkan nilai kuat tarik terbaik dibandingkan dengan penambahan kitosan 0,5 gr; 1 gr; 1,5 gr; 2 gr, yaitu sebesar 4 Mpa. Tidak hanya itu, penambahan kitosan juga mempengaruhi ketahanan bioplastik terhadap air. Seperti pada penelitian Hayati, dkk., (2020), pada uji daya serap air menunjukkan bahwa komposisi optimal diperoleh pada penambahan kitosan sebesar 3,5 gr daripada penambahan kitosan 2,5 gr dan 3 gr, yaitu 70,93%. Hal ini dikarenakan kitosan merupakan senyawa hidrofobik, sehingga tidak dapat larut dalam air.

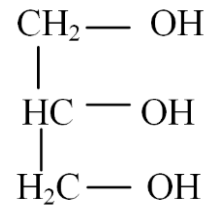
## 2.5. *Plasticizer*

*Plasticizer* adalah bahan pemlastis yang berfungsi untuk mengurangi kekakuan polimer sehingga dapat meningkatkan plastisitas agar polimer tersebut tidak mudah rapuh atau mudah patah (Melani, dkk., 2019). Hasil penelitian Azizaturrohmah (2019), menyebutkan bahwa penambahan *plasticizer* ke dalam bioplastik dapat menurunkan nilai kuat tarik pada bioplastik, akan tetapi dapat meningkatkan nilai elongasinya. Jenis *plasticizer* yang sering digunakan adalah gliserol dan sorbitol. Kedua jenis *plasticizer* tersebut sering digunakan karena mudah didapatkan dan efektif untuk memperbaiki kualitas bioplastik (Azizaturrohmah, 2019).

### 2.5.1. Gliserol

Gliserol dengan rumus kimia  $C_3H_8O_3$ , merupakan senyawa golongan alkohol polihidrat yang memiliki berat molekul sebesar 92,1 gr/mol dan massa jenis  $1,23 \text{ gr/cm}^3$  (Saputri & Nugraha, 2019). Gliserol didapatkan dari lemak hewani dan minyak nabati sebagai ester gliserin dari asam palmitat dan oleat. Adapun struktur gliserol

dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



**Gambar 2.3** Struktur Gliserol

Sumber: (Ningsih, 2015)

Nama lain gliserol adalah gliserin. Gliserol memiliki beberapa sifat fisik yaitu tidak memiliki warna ataupun bau dan rasanya yang manis. Selain itu, teksturnya berbentuk *liquid* dan dapat larut dalam air maupun etanol. Titik leleh gliserol pada suhu  $17,8^{\circ}\text{C}$  sedangkan titik didih pada suhu  $290^{\circ}\text{C}$  (Ningsih, 2015). Gliserol memiliki sifat higroskopis yang artinya dapat menyerap molekul air dari lingkungan sekitarnya. Hal inilah yang membuat gliserol juga digunakan sebagai bahan kosmetik untuk pelembab. Gliserol terdapat dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak nabati dan minyak (Ningsih, 2015).

Selain digunakan sebagai bahan kosmetik, gliserol juga banyak dimanfaatkan sebagai *plasticizer* oleh beberapa peneliti untuk ditambahkan ke dalam formula bioplastik karena bentuknya yang cair. Bentuk cair ini merupakan salah satu sifat menguntungkan gliserol dalam pembuatan bioplastik, karena mudah larut dan tercampur. Selain mudah tercampur dan larut, gliserol juga termasuk ke dalam bahan organik yang berat molekulnya rendah. Sifat inilah yang dapat mengurangi kekakuan sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan plastisitas pada bioplastik.

Dalam penelitian Coniwanti, dkk., (2014), terdapat pengaruh pada karakteristik bioplastik berbahan dasar pati dalam penggunaan gliserol sebagai *plasticizer*. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, nilai elongasi pada bioplastik semakin bertambah. Akan tetapi, berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik yang justru semakin

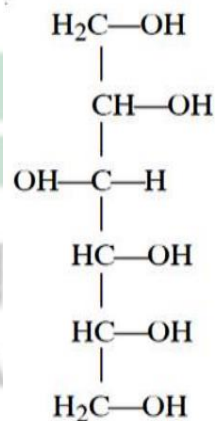


menurun seiring dengan penambahan gliserol. Selain itu, penambahan gliserol juga menurunkan nilai ketahanan terhadap air, akan tetapi waktu degradasi menjadi lebih cepat.

### 2.5.2. Sorbitol

Sorbitol adalah senyawa monosakarida dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$  atau hexitol (glusitol) dan termasuk salah satu jenis pemanis buatan (Azizaturrohmah, 2019). Sorbitol memiliki berat molekul lebih besar dibanding dengan gliserol yaitu 182,17 g/mol (Krisnadi dkk., 2019). Sorbitol termasuk salah satu jenis pemanis buatan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Sorbitol memiliki stabilitas terhadap enzim, asam dan suhu tinggi hingga  $140^{\circ}C$ . Sorbitol akan larut dengan sangat baik dalam alkohol panas, dan sedikit larut dalam alkohol dingin (Maghfur, 2015). Selain itu, sorbitol tidak mengalami karamelisasi, dan memiliki daya tahan pada suhu yang cukup tinggi. Adapun struktur sorbitol dapat dilihat pada

**Gambar 2.4**



**Gambar 2.4** Struktur Sorbitol

Sumber: (Syura, 2020)

Sama halnya dengan gliserol, penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* dapat membantu memperbaiki karakteristik bioplastik yaitu mengurangi kekakuan pada polimer. Namun, jika dibandingkan dengan gliserol, nilai kuat tarik yang dihasilkan pada penambahan

sorbitol lebih tinggi. Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian Perdana (2016), yang membuktikan bahwa pemakaian sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki nilai daya tarik dan elongasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemakaian *plasticizer* gliserol. Pada komposisi pati 1 gr dan gliserol 1 ml menghasilkan nilai kuat tarik 3,18 Mpa, sedangkan pada komposisi pati dan sorbitol 1 ml menghasilkan nilai kuat tarik 4,13 Mpa.

## 2.6. Pisang Raja

Pisang adalah salah satu tanaman yang bukan musiman, artinya dapat tumbuh di sepanjang tahun. Buah pisang sering dikonsumsi oleh masyarakat, baik dimakan sebagai buah segar atau dimanfaatkan menjadi produk olahan. Sebanyak 50% produksi pisang di wilayah Asia dihasilkan oleh Indonesia, dengan rincian 90% untuk kebutuhan lokal dan 10% diekspor (Yani, 2017). Hal ini menandakan bahwa jumlah produksi pisang di Indonesia terbilang cukup tinggi.

Pertumbuhan tanaman pisang dapat ideal jika ditanam di daerah dataran rendah atau pada ketinggian hingga 1000 mdpl dengan ciri-ciri tanah tidak berbatu ataupun tergenang air karena akan mempengaruhi perkembangan akar tanaman. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan tanaman pisang. Faktor utama yang mempengaruhi perkembangan pisang yaitu iklim, seperti angin, suhu, kelembapan, dan lamanya terkena sinar matahari (Junetty, 2008).

### 1. Iklim

Tanaman pisang biasanya tumbuh di iklim yang tropis, lembab, dan hangat. Akan tetapi, pisang juga tetap dapat tumbuh di daerah subtropis. Salah satu yang mempengaruhi iklim adalah ketinggian. Ketinggian tempat termasuk salah satu faktor yang menentukan iklim. Pada daerah dataran tinggi (ekuator), tepatnya ketinggian di atas 1600 m, pisang tidak dapat tumbuh dengan baik. Tanaman pisang akan tumbuh dengan baik di lahan yang terbuka.

## 2. Angin

Tanaman pisang merupakan salah satu tanaman yang tidak tahan terhadap angin kencang seperti angin kumbang. Tanaman pisang dapat rusak apabila kecepatan anginnya melebihi dari 40 km/jam. Kerusakan tanaman pisang dapat dilihat dari penampakan daunnya yang sobek dan akarnya yang rusak.

## 3. Suhu

Faktor lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan pisang yaitu suhu. Suhu optimum untuk pertumbuhan pisang adalah sekitar 27°C (Junetty, 2008).

Di Indonesia, terdapat banyak ragam jenis pisang, salah satunya yaitu pisang raja. Pisang raja termasuk salah satu jenis buah pisang yang banyak ditanam di Pulau Jawa. Buah pisang raja ini dapat dimakan secara langsung atau dapat diolah terlebih dahulu (Agustina, 2015). Menurut Sariamanah, dkk., (2016) dalam Novitalia (2020), umumnya buah pisang raja memiliki ukuran lumayan besar dengan panjang 12 hingga 18 cm dan diameter 3,2 cm. Kulitnya tebal dan memiliki bintik hitam pada saat matang. Daging buah pisang raja yang matang memiliki warna kuning kemerahan (Novitalia, 2020). Pisang raja terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya yaitu pisang raja bulu, pisang raja nangka, pisang raja sere, dan pisang raja uli.

### 2.6.1. Klasifikasi dan Morfologi Pisang Raja Bulu

Kerajaan: *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Ordo : *Musales*

Famili : *Musaceae*

Genus : *Musa*

Spesies : *Musa paradisiaca L. var sapientum*



**Gambar 2.5** Tanaman Pisang Raja Bulu

Sumber : (Poerba, dkk., 2016)

Pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) termasuk salah satu jenis pisang yang banyak ditanam di Pulau Jawa. Pisang jenis ini dapat dimakan secara langsung atau diolah terlebih dahulu. Tanaman pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) ini memiliki tinggi tegakan pelepah 3 m dengan warna hijau kekuningan. Daunnya tumbuh tegak dengan ukuran 253 x 79,8 cm. Jantung pisang berbentuk bulat seperti telur dengan panjang 38,2 cm (Riandini, dkk., 2021). Bentuk dari buah pisang ini seperti bulan sabit dengan panjang rata-rata 10 hingga 17 cm. Dalam 1 tandan terdapat 6 – 7 sisir dengan setiap sisirnya ada 10 hingga 16 buah (Lestari, 2017). Pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) memiliki warna hijau pada saat mentah, dan warna kuning dengan bintik coklat pada saat matang. Kulitnya lebih tebal dibandingkan dengan buah pisang jenis raja lainnya. Sekitar 70% – 75% bagian yang bisa dimakan, sedangkan sisanya adalah bagian kulitnya. Ketika matang, buah pisang raja bulu memiliki rasa yang manis dengan warna kuning kemerahan (Lestari, 2017).

### 2.6.2. Kandungan Kulit Pisang Raja Bulu

Sama seperti kulit buah pisang raja jenis lainnya, kulit pisang raja bulu juga memiliki kandungan gizi seperti protein, karbohidrat, zat besi, dan masih banyak lagi. Jenis karbohidrat yang terdapat dalam kulit pisang raja bulu ataupun pisang jenis lainnya sama, yaitu pati. Pati ini dapat dimanfaatkan untuk bahan baku olahan makanan atau bisa juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan bioplastik. Berdasarkan Data Komposisi Pangan Indonesia, komposisi dalam 100 gr pisang raja dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut.

**Tabel 2.2** Komposisi Zat Gizi Kulit Pisang Raja per 100 gr

| Zat Gizi         | Kadar |
|------------------|-------|
| Energi (kal)     | 120   |
| Karbohidrat (gr) | 31,8  |
| Zat Besi (mg)    | 0,8   |
| Protein (gr)     | 1,2   |
| Kalsium (mg)     | 10    |
| Fosfor (mg)      | 22    |
| Lemak (gr)       | 0,2   |
| Vitamin B (mg)   | 0,2   |
| Vitamin C (mg)   | 17,5  |
| Air (ml)         | 65,8  |

*Sumber: Data Komposisi Pangan Indonesia*

### 2.6.3. Pemanfaatan Pati Kulit Pisang Raja Bulu

Banyaknya produksi pisang di Indonesia menyebabkan bertambahnya limbah kulit pisang. Padahal, kulit pisang sendiri beratnya mencapai sekitar 30% dari jumlah berat keseluruhan, artinya apabila kulit pisang dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan kembali, maka yang ada hanya menambah tumpukan sampah dan dapat mengurangi estetika lingkungan. Limbah yang terdapat dalam jumlah besar selama proses industri merupakan masalah serius

karena memberikan pengaruh terhadap lingkungan sehingga perlu dikelola atau dimanfaatkan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan pengetahuan, banyak sekali alternatif pemanfaatan dari kulit pisang yang dapat dikembangkan. Tidak hanya diolah sebagai pakan ternak saja, kulit pisang juga dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan pangan, baik itu makanan atau minuman. Seperti pada penelitian Lestari (2017), kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dapat dimanfaatkan sebagai minuman herbal yaitu teh. Tujuan dari pembuatan teh herbal dari kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) ini adalah untuk memanfaatkan kandungan senyawa di dalamnya yaitu antioksidan.

Tidak hanya itu, kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) memiliki kandungan pati, dimana pati tersebut dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioplastik. Berdasarkan penelitian Melani, dkk., (2019), pati yang terkandung dalam limbah kulit pisang raja terbilang cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk membuat bioplastik yang ramah lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan penelitiannya tentang pembuatan bioplastik berbahan dasar limbah kulit pisang raja. Hasil analisis menunjukkan bahwa komposisi terbaik yaitu dengan bahan perekat clay pada konsentrasi 8%, dengan kondisi fisik permukaan rata, bersifat plastis, serta memiliki warna *peach* dan jernih. Untuk nilai kuat tarik yang dihasilkan sebesar 115,2 MPa, sedangkan tingkat degradasinya sebesar 54,5% selama 8 hari.

## 2.7. Karakteristik Mekanik Bioplastik

### 2.7.1. Kuat Tarik (MPa)

*Tensile Strength* merupakan kuat tarik maksimum yang dapat dicapai *film plastic* selama pengukuran (Nahwi, 2016). Tujuan dilakukannya pengujian kuat tarik ini adalah untuk melihat seberapa besar gaya yang dikeluarkan agar mencapai tarikan maksimum di tiap luas bioplastik untuk memanjang. Dalam hal ini, besar tidaknya



nilai kuat tarik sangat bergantung pada jenis maupun jumlah *plasticizer* yang digunakan. Gaya dan kuat tarik berbanding lurus, artinya kuat tarik akan semakin besar apabila gaya yang dihasilkan juga besar (Fardhyanti & Julianur, 2015).

### 2.7.2. Pemanjangan/Elongasi (%)

Elongasi adalah bertambah panjangnya pada *film plastic* saat mendapatkan gaya maksimum yang diperoleh dari adanya gaya tarik dari 2 arah yang berbeda hingga *film plastic* putus. Hasil akhir pemanjangan tersebut kemudian dibandingkan dengan panjang awal *film plastic* sebelum mendapatkan gaya tarik (sebelum putus).

Ada beberapa standart untuk bioplastik yang telah dibuat, antara lain: Eropa (CEN), Jerman (DIN), Jepang (JIS), Badan Standar Nasional Amerika (ASTM), dan Indonesia (SNI). Dari beberapa standar tersebut tidak ada perbedaan yang besar (Maladi, 2019). SNI No. 7818:2014 menunjukkan standar kantong plastik mudah terurai. Standart sifat mekanik menurut SNI No. 7818:2014 dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Sifat Mekanik dalam SNI

| Parameter  | Nilai        |
|------------|--------------|
| Kuat Tarik | Min 13,7 Mpa |
| Elongasi   | 21-220%      |

Sumber: SNI No. 7818:2014 (Pujawati dkk., 2021)

Selain SNI No. 7818:2014, terdapat standart untuk menentukan karakteristik mekanik bioplastik khususnya *edible film* yaitu *Japanese Industrial Standard*, yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut.

**Tabel 2.4** Sifat Mekanik dalam JIS

| Parameter  | Nilai        |
|------------|--------------|
| Kuat Tarik | Min 0,39 Mpa |
| Elongasi   | Min 70 %     |
| Ketebalan  | ≤ 0,25 mm    |

Sumber: JIS Z 1707 (Santoso & Atma, 2020)

## 2.8. Daya Serap Air Bioplastik

Daya serap air adalah salah satu faktor untuk menentukan biodegradabilitas bioplastik. Pengukuran daya serap air dilakukan untuk melihat adanya ikatan dalam polimer maupun keteraturannya melalui pertambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan (terserapnya air). Adanya perpindahan molekul pelarut ke dalam polimer akan mengalami pengembangan (Kristiani, 2015). Semakin rendah persentase daya serap air, maka semakin baik bioplastik yang dihasilkan, artinya bioplastik memiliki ketahanan terhadap air yang tinggi.

Untuk menentukan daya serap air pada bioplastik dilakukan uji *swelling*. Uji *swelling* merupakan persentase seberapa banyak air yang terserap (pengembangan). Dalam hal ini, dengan uji *swelling* dapat menentukan sifat ketahanan bioplastik terhadap air (Utomo, dkk., 2013). Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam sampel ke dalam wadah yang berisi air suling dengan seluruh bagian tenggelam. Setelah proses perendaman selesai, sampel dikeluarkan kemudian dibersihkan dengan kain dan ditimbang untuk mengetahui berat akhir.

## 2.9. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan teknik spektroskopi yang paling sering digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi senyawa organik dan mendeteksi gugus fungsi yang spesifik dari sampel yang dianalisis (Nahwi, 2016). Prinsip dari FTIR ini adalah interaksi antara materi dan energi getaran atau vibrasi. Inframerah akan melewati celah ke sampel, kemudian beberapa inframerah tersebut akan diserap oleh sampel, sedangkan inframerah yang tidak terserap akan ditransmisikan melalui permukaan sampel.

Dalam keadaan vibrasi, apabila radiasi gelombang elektromagnetik IR terserap oleh molekul, amplitude getaran atom-atom yang terikat akan mengalami kenaikan. Energi yang terserap akan dibuang dalam keadaan panas jika molekul kembali ke keadaan dasar. Tipe ikatan pada suatu molekul akan mempengaruhi penyerapan inframerah. Penyerapan radiasi infrared tergantung dari tipe ikatan suatu molekul. Jika tipe ikatan molekul



berbeda-beda, maka penyerapan radiasi inframerah pada panjang gelombang juga berbeda (Jabbar, 2017).

Adanya perubahan dalam momen dipol mempengaruhi penyerapan energi yang beragam. Jika ikatan bersifat nonpolar seperti ikatan C-H atau C-C, maka penyerapan energi menjadi lemah, sedangkan jika ikatannya bersifat polar seperti ikatan O-H, N-H dan C=O, maka absorpsinya menjadi lebih kuat. Menurut Darni & Utami (2010), munculnya serapan puncak gugus karbonil (C=O), ester (C-O) dan karboksil (-OH) menandakan bioplastik dapat terdegradasi.

### 2.10. Biodegradabilitas Bioplastik

Biodegradasi merupakan proses terurainya bahan organik menjadi komponen yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Dalam hal ini, mikroorganisme yang membantu proses degradasi adalah jamur, bakteri, dan alga (DeBruyn, dkk., 2015 dalam Wati, 2020). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan biodegradasi bioplastik, antara lain: kelembapan, suhu, jenis dan jumlah mikroorganisme (Kristiani, 2015). Proses biodegradasi, plastik berfungsi sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba. Proses pemecahan rantai polimer plastik hingga menjadi ukuran yang kecil disebut dengan depolimerisasi. Rantai tersebut dipecah menjadi rantai pendek monomer (Wati, 2020).

### 2.11. Integrasi Keislaman

Menjaga keseimbangan alam ataupun lingkungan merupakan salah satu bentuk tuntutan islam dalam menjaga hubungan antara manusia dengan lingkungan. Di dalam Al-Qur'an telah dijelaskan mengenai perintah kepada manusia untuk senantiasa memperhatikan dan mempelajari alam raya untuk mendapatkan kemanfaatan bagi kehidupan karena pada sejatinya tidak ada penciptaan Allah SWT yang sia-sia, seperti dalam surah Asy-Syuaara (26) : (7), yang berbunyi :

أَوْ لَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْمَ أَبْنَيْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya :

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?

Dalam tafsir Kementrian Agama RI dijelaskan bahwa Allah SWT mengajak mereka (orang musyrik) untuk mempelajari seluruh alam, agar mereka paham bahwa hanya Allah SWT-lah yang berhak untuk disembah. Dan Allah SWT telah menurunkan berbagai kenikmatan berupa sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia dan makhluk sekitarnya. Bukankah itu pertanda atas kekuasaan Allah SWT, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia?

Dalam surah Ali Imran (3) : (190-191), yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ . الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya :

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah SWT) bagi orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka,"

Dalam Tafsir Al-Azhar, dijelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan hamba-Nya untuk merenungkan dan mempergunakan pikiran dalam memperhatikan alam dan seisinya, dimana semua itu adalah tanda-tanda kebesaran Allah. Sedangkan ayat 191 dalam surat Ali Imran menjelaskan ciri-ciri Ulul Albab. Ulul Albab adalah orang-orang yang berpikir dan banyak berdzikir dalam segala situasi, baik berdiri, duduk atau berbaring. Dia juga memikirkan seluruh penciptaan alam dan meyakini tidak ada hal yang sia-sia (Hamka, 1989).

Dari ketiga ayat tersebut sudah jelas bahwa Allah SWT telah memberikan kenikmatan berupa hamparan luas yang ditumbuhi dengan tumbuh-tumbuhan yang dapat memberikan manfaat di setiap bagiannya, dan hanya orang-orang yang mau berfikir yang mengerti bahwasanya tidak ada penciptaan Allah SWT yang sia-sia. Seperti halnya kulit buah yang dianggap tidak berguna lagi. Akan tetapi dengan berkembangnya pengetahuan dan teknologi, ternyata kulit buah dapat diolah menjadi sesuatu yang berguna. Contohnya kulit pisang yang mengandung pati, sebagaimana dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional.

## 2.12. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan oleh peneliti atau akademisi untuk mencari perbandingan dan menemukan ide baru pada penelitian berikutnya. Beberapa penelitian terdahulu mengenai bioplastik dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut.

**Tabel 2.5** Penelitian Terdahulu

| No. | Judul Penelitian  | Hasil Penelitian   |
|-----|---|--|
| 1   | “Sifat Mekanis Dan Fisis Bioplastik Dari Limbah Kulit Pisang: Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Pemlastis” (Purbasari dkk., 2020). | Dari pembuatan bioplastik dengan bahan 5 gr tepung pisang, 5 ml larutan HCl 0,25 M, aquades, dan <i>plasticizer</i> yaitu gliserol dan sorbitol dengan konsentrasi masing-masing 30%; 40%; 50%; 60%; 70%, didapatkan hasil bahwa nilai kuat tarik bioplastik berbahan dasar tepung pisang dengan <i>plasticizer</i> gliserol berada pada rentang 3,93-8,07 Mpa, sedangkan sorbitol berada pada rentang 4,53-8,83 Mpa dan nilai tersebut masih dibawah standar SNI. Untuk nilai elongasi telah memenuhi standar SNI yaitu 23,78%-29,11% untuk variasi gliserol, dan 22,11%-28,22% untuk variasi |

| No. | Judul Penelitian  | Hasil Penelitian  |
|-----|---|---|
| 2   | “Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Daya Serap Air <i>Edible Film</i> Dari Pektin Kulit Pisang” (Zahra dkk., 2020) | <p>sorbitol. Sedangkan untuk permeabilitas uap air paling optimum pada <i>plasticizer</i> dengan konsentrasi 40% sebesar 0,00024 gr/m<sup>2</sup> .s.kPa dan 0,00025 gr/m<sup>2</sup> .s.kPa.</p> <p>Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zahra,dkk, didapatkan hasil bahwa konsentrasi <i>plasticizer</i> berpengaruh terhadap nilai WVTR. Semakin banyak konsentrasi <i>plasticizer</i> yang ditambahkan, semakin meningkat pula laju migrasi uap air pada <i>edible film</i>. Penggunaan <i>plasticizer</i> dengan konsentrasi 0-10%, laju uap air <i>edible film</i> dengan <i>plasticizer</i> sorbitol lebih rendah dibandingkan dengan gliserol, sedangkan untuk konsentrasi 15-25%, laju uap air pada <i>edible film</i> dengan <i>plasticizer</i> sorbitol lebih tinggi dibandingkan dengan gliserol. Karakteristik WVTR pada <i>edible film</i> berbahan dasar pektin kulit pisang telah memenuhi standart <i>Japanese Industrial Standard (JIS Z 1707, 1975)</i>.</p> |
| 3   | “Bioplastik dari Pati Kulit Pisang Raja Dengan Berbagai Bahan Perekat” (Melani dkk., 2019).   | <p>Dari pembuatan bioplastik dengan bahan 10 gr pati limbah kulit pisang raja, 25% <i>plasticizer</i> sorbitol, aquades, dan bahan perekat yaitu ZnO, kitosan, dan clay dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, 10% didapatkan hasil analisis keseluruhan dari penelitian ini bahwa jenis bahan perekat terbaik adalah clay dengan konsentrasi 8%. Jika ditinjau dari bentuk fisik yaitu permukaan bioplastik rata dan bersifat plastis serta berwarna <i>peach</i> dan jernih,</p>  |

| No. | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian  |
|-----|--|---|
| 4   | <p>“Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Kepok/Selulosa Serbuk Kayu Gergaji” (Elisusanti, dkk., 2019).</p>        | <p>sedangkan jika ditinjau dari tingkat degradasi selama 8 hari sebesar 54,4%. Untuk nilai kuat tarik dihasilkan sebesar 115,2 Mpa. Untuk bahan perekat kitosan, komposisi optimum berada pada konsentrasi 4%, dengan nilai kuat tarik 76,5 Mpa, dengan analisis degradasi selama 8 hari sebanyak 48,8% berat residual</p> <p>Dari pembuatan bioplastik dengan bahan 25 ml sari pati kulit pisang kepok, 2 gr pati sagu, 5 ml gliserol, kitosan 2%, larutan asam asetat 2%, dan selulosa dari serbuk kayu gergaji dengan konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6% sebanyak 5 ml, didapatkan hasil bahwa tingkat biodegradasi bioplastik lebih tinggi dengan penambahan selulosa. Tingkat degradasi paling optimum yaitu ada penambahan selulosa 2% dengan waktu 15 hari untuk terdegradasi secara sempurna.</p> |
| 5   | <p>“Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> dari Limbah Kulit Pisang Raja Dengan Gliserol dan Minyak Sereh” (Lubis dkk., 2019).</p> | <p>Dari pembuatan bioplastik dengan bahan 5 gr pati kulit pisang raja, 100 ml aquades, larutan asam sitrat 0,5%, gliserol dengan konsentrasi 20%, 30% dan 40% dari berat pati, dan minyak sereh dengan konsentrasi 10%, 20% dan 30% dari berat pati didapatkan hasil bahwa nilai kuat tarik terbaik yaitu dengan penambahan gliserol 20% yaitu 0,415 kgf/mm<sup>2</sup>, dan untuk persen elongasi terbaik pada konsentrasi gliserol dan minyak sereh 40% dan 10% yaitu sebesar 58,3% dan daya serap air juga terdapat pada konsentrasi</p>   |

| No. | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian   |
|-----|--|--|
| 6   | <p>“<i>Mechanical and Morphology Studies of Bioplastic-Based Banana Peels</i>” (Azieyanti dkk., 2020).</p> | <p>gliserol dan minyak sereh 40-10% sebesar 244%. Uji biodegradasi terdapat pada konsentrasi minyak sereh tertinggi 30% dengan lama degradasi 22 hari. Pada pengujian gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan sampel bioplastik yang ditambahkan dengan minyak sereh mengandung delapan gugus fungsi dan tanpa minyak sereh memiliki lima gugus fungsi yang perbedaannya hanya terdapat pada rentang 2113,98 dengan gugus alkuna C=C dan pada rentang 1645,28 dengan gugus alkena C=C.</p> <p>Ada dua prosedur yang dilakukan. Pertama, dengan mencampur 100 gr pasta kulit pisang dengan bahan kimia (12 ml HCL dan 12 ml NaOH) dan 8 ml gliserol sebagai <i>plasticizer</i>. Untuk percobaan kedua, dengan mencampurkan pasta kulit pisang dengan bahan dasar alami (12 gr pati kentang, 12 gr pati jagung, dan 1 gr sage) dan 8 ml gliserol sebagai <i>plasticizer</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahan-bahan alami menghasilkan komposit bioplastik yang kuat dan tahan lama sedangkan yang berbahan dasar kimia menghasilkan sangat lembut dan rapuh komposit bioplastik. Keberadaan pati kentang dan pati jagung berperan penting dalam meningkatkan persentase pati sehingga membentuk ikatan yang lebih kuat dari rantai polimer yang terkandung dalam pati.</p> |



| No. | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian   |
|-----|--|--|
| 7   | <p><i>“The potential of food waste as bioplastic material to promote environmental sustainability: A review”</i> (Ramadhan &amp; Handayani, 2020).</p> | <p>Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan studi literatur. Hasil kajiannya adalah bioplastik dapat dibuat dari polimer yang berasal dari sumber hayati, salah satunya adalah limbah makanan yang berasal dari industri pengolahan makanan atau konsumsi rumah tangga seperti limbah lumpur, singkong kulit, kulit pisang, kulit nanas, biji durian, biji nangka, biji alpukat, dan bulu ayam. Pengembangan bioplastik dari limbah makanan memiliki manfaat ganda yaitu dapat menyelesaikan dua masalah, secara tidak langsung mengurangi sampah plastik dan sampah makanan pada saat yang sama, dengan demikian mempromosikan lingkungan keberlanjutan.</p> |
| 8   | <p><i>“Utilization Of Banana (Musa Paradisiaca) Peel As Bioplastic For Planting Bag Application”</i> (Huzaisham &amp; Marsi, 2020)</p>                 | <p>Kulit pisang yang digunakan digiling kemudian diekstraksi dengan metode maserasi dan selanjutnya dimasukkan ke dalam <i>thermoplastic starch</i> dengan delapan konsentrasi kulit pisang yang berbeda yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40%. Selain pati kulit pisang, bahan tambahan yang digunakan adalah 5 gr tepung tapioka; 1,5 gr gliserol; dan 88,5 ml aquades. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa bioplastik dengan 10 wt.% kulit pisang menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi dibandingkan dengan bioplastik dari</p>   |



| No. | Judul Penelitian  | Hasil Penelitian  |
|-----|---|---|
| 9   | <p>“<i>Effect Of Plasticizers On The Physicochemical Properties Of Bioplastic Extracted From Banana Peels</i>”<br/>(Chapain dkk., 2021)</p> | <p>konsentrasi kulit pisang yang berbeda, yaitu sebesar 66,388 N/mm. Sedangkan, plastik <i>biodegradable</i> komersial menunjukkan ketahanan sobek terendah hanya 1,171 N/mm. Dari segi biodegradabilitas, dapat disimpulkan plastik <i>biodegradable</i> berbahan dasar kulit pisang terdegradasi jauh lebih cepat dengan persentase rata-rata penurunan berat sebesar 65,1% dibandingkan dengan plastik <i>biodegradable</i> komersial dengan persentase penurunan berat rata-rata hanya 29,5% di dalam waktu delapan minggu.</p> <p>Pembuatan bioplastik ini menggunakan variasi jenis <i>plasticizer</i>, yaitu gliserol, glukosa, air suling dan urea digunakan sebagai <i>plasticizer</i> untuk mempelajari dan membandingkan sifat fisikokimia seperti penyerapan air, biodegradabilitas, kekuatan tarik, dan analisis FTIR. Selain <i>plasticizer</i>, juga ditambahkan bahan kimia lainnya, seperti HCL (36%), dan NaOH (97%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik menggunakan gliserol, urea, air suling dan glukosa berhasil disintesis dari pisang kupas masing-masing. Spektrum FTIR pada puncak 1620 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus amida, pada puncak 3355 cm<sup>-1</sup> di UBP (<i>Urea, Banana Peel</i>) terkait dengan pembentukan ikatan-H dari N-H dalam urea dan pati di UBP (<i>Urea, Banana Peel</i>). GBP (<i>Glucose, Banana Peel</i>) menunjukkan</p> |

| No. | Judul Penelitian  | Hasil Penelitian   |
|-----|---|--|
| 10  | <p>“<i>Development Of A Bioplastic From Banana Peel</i>” (Alcivar-Gavilanes dkk., 2022)</p> | <p>penyerapan air yang rendah dibandingkan UBP, GLBP dan DBP. Pada uji biodegradasi juga menyimpulkan bahwa GBP memiliki tingkat degradasi yang lebih besar daripada UBP, dan DBP. UBP menunjukkan kekuatan tarik tinggi 2,3 KPa dari GLBP (<i>Glycerol, Banana Peel</i>) dan GBP (<i>Glucose, Banana Peel</i>).</p> <p>Dari pembuatan bioplastik dengan bahan 5 gr tepung kulit pisang, 5 ml NaOH, 4 ml air, dan <i>plasticizer</i>. <i>Plasticizer</i> yang digunakan yaitu campuran antara gliserol dan sorbitol dengan perbandingan 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100. Bioplastik diuji menurut ketebalannya, permeabilitas uap air (WVP), <i>tension force</i> (TF), <i>break time</i> (bt), dan biodegradabilitas. Hasil penelitian menunjukkan jenis <i>plasticizer</i> dan kandungan selulosa tidak mempengaruhi ketebalan bioplastik, tetapi mempengaruhi WVP, TF, dan bt. WVP menurun ketika gliserol digunakan dan meningkat dengan penambahan selulosa. Hasil terbaik untuk WVP adalah <math>1,83 \times 10^{-9}</math> g/Pa.s.m pada formulasi dimana hanya menggunakan gliserol, sedangkan nilai terbaik untuk TF, bt, dan biodegradabilitas masing-masing adalah 2,4 MPa, 17 detik, dan 37,77%, dengan variasi 75% sorbitol dan 25% gliserol.</p> |

Sumber: (Hasil Analisa, 2022)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari 2022 hingga Oktober 2022. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai dari pengumpulan data sekunder, pengambilan data primer, hingga penyusunan tugas akhir.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara mandiri dan di beberapa Laboratorium sesuai dengan kebutuhan yang ada, antara lain:

1. Proses ekstraksi pati kulit pisang raja bulu, pembuatan bioplastik, uji ketebalan, dan uji daya serap air (*swelling*) dilakukan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.
2. Uji mekanik yang meliputi kuat tarik dan elongasi dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya.
3. Uji gugus fungsi dengan metode FTIR dilakukan di Laboratorium Farmasi Universitas Airlangga Surabaya.

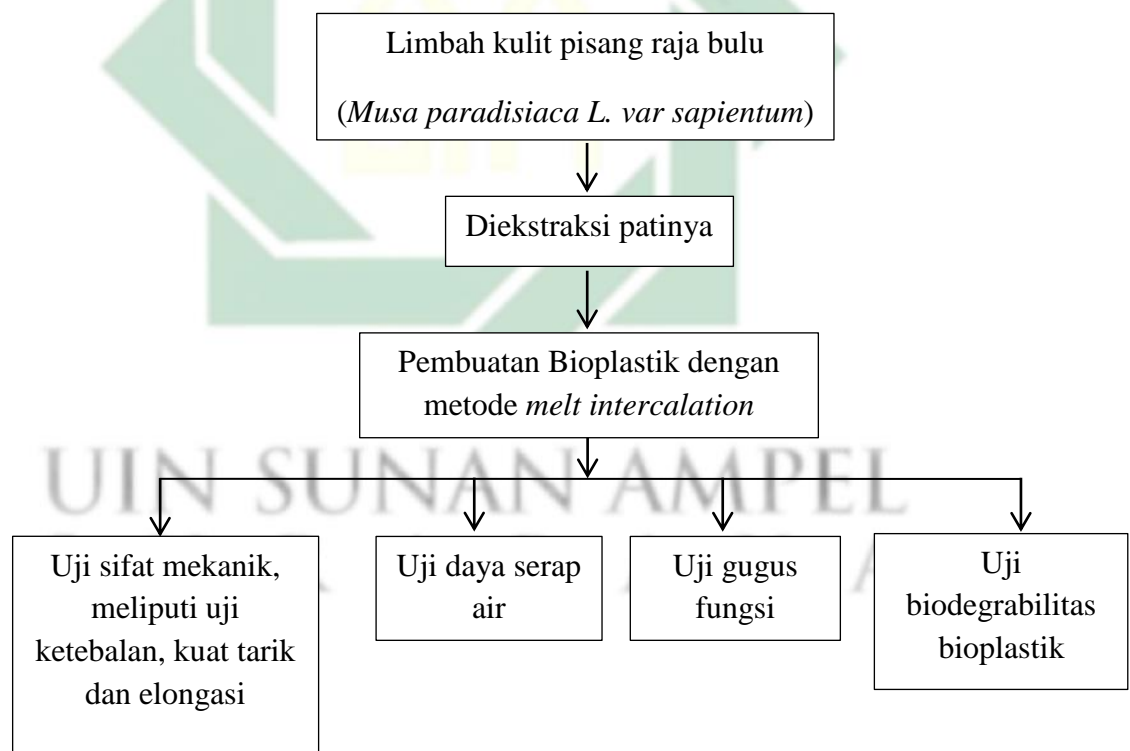
#### **3.3. Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian merupakan tahapan-tahapan jalannya penelitian, yang diawali dengan menentukan kerangka pikir hingga tahapan analisis data. Dengan adanya tahapan penelitian bertujuan agar penelitian yang dilakukan runtut dan terstruktur dengan baik.

##### **3.3.1. Kerangka Pikir Penelitian**

Kerangka pikir penelitian adalah konsep dari penelitian yang dibuat dengan sistematis untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatan pati dari kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) sebagai bahan baku bioplastik. Proses pertama yang dilakukan adalah dengan mengekstraksi pati kulit

pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan proses pengendapan. Selanjutnya, pembuatan bioplastik dari pati kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dengan penambahan variasi *plasticizer* gliserol dan sorbitol. Selain *plasticizer*, juga ditambahkan kitosan sebagai bahan pengawet agar bioplastik yang dihasilkan tahan lama. Selanjutnya, dilakukan pengujian karakteristik fisik dan mekanik yang meliputi uji kuat tarik, elongasi, ketebalan, dan uji daya serap air. Tidak hanya itu, juga dilakukan uji biodegradasi dan uji gugus fungsi. Analisa bioplastik berbahan dasar pati limbah kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dikaji berdasarkan studi literatur yang ada, dan dibandingkan dengan acuan standar bioplastik. Adapun kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



**Keterangan :**

————— : Diteliti

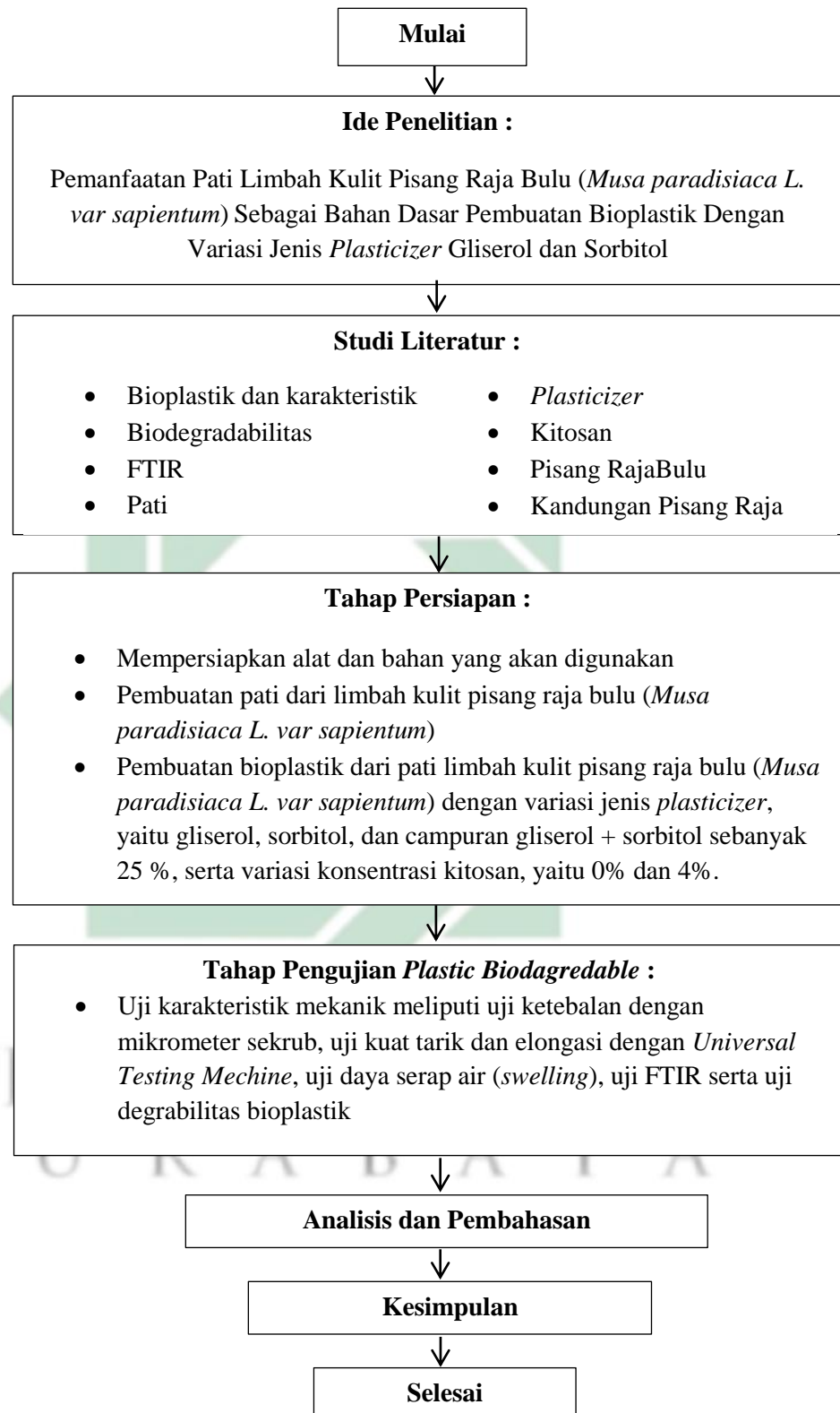
**Gambar 3.1** Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: (Hasil Analisa, 2022)

### 3.3.2. Diagram Alir Penelitian

Selanjutnya membuat diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian adalah gambaran proses penelitian yang terdiri dari beberapa tahap, yang meliputi ide penelitian, studi literatur, tahap persiapan alat dan bahan, tahap pengujian, analisis dan pembahasan, serta penyusunan laporan, kesimpulan maupun saran. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.2**





**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

Sumber: (Hasil Analisa, 2022)

### 3.4. Metode Penelitian

Penelitian ini berbasis eksperimental di laboratorium. Penelitian ini dimulai dengan pembuatan bioplastik yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengujian karakteristik fisik dan mekanik antara lain: uji kuat tarik, elongasi, ketebalan, dan uji daya serap air, serta uji biodegradasi dan uji gugus fungsi. Selanjutnya data hasil analisis akan disajikan dalam bentuk deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu berupa gambar, tabel, beserta penjelasannya secara rinci.

### 3.5. Prosedur Penelitian

#### 3.5.1. Menyiapkan Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Blender
2. Ayakan 100 mesh
3. Baskom
4. Kain saring
5. *Hot plate*
6. Oven
7. Spatula
8. Loyang ukuran 20x20 cm
9. Lakban hitam
10. Mesin kuat tarik (*Universal Testing Machine*)
11. Mikrometer sekrub
12. Neraca analitik
13. *Beaker glass* 100 ml dan 500 ml
14. Cawan Petri
15. Alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Sedangkan, bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*)
2. Aquades
3. Air
4. Asam Asetat
5. Kitosan



6. *Plasticizer* sebanyak 25% dengan variasi gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol + sorbitol (1: 1)

### 3.5.2. Proses Ekstraksi Pati dari Kulit Pisang Raja Bulu

Pati didapatkan dari proses ekstraksi dengan menggunakan metode konvensional. Berikut langkah-langkah pembuatannya:

1. Kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) dicuci bersih dengan menggunakan air.
2. Potong kecil-kecil kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) yang telah dibersihkan sebelumnya.
3. Masukkan potongan kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) ke dalam blender, kemudian ditambahkan air dengan perbandingan 1:1, dan haluskan.
4. Bubur kulit pisang raja bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) yang telah halus, disaring menggunakan kain saring.
5. Hasil saringan diendapkan selama 3 - 6 jam.
6. Endapan atau pati basah dioven dengan suhu 50°C selama 24 jam, atau dikeringkan dibawah matahari selama 1 hari.
7. Pati yang telah dikeringkan kemudian ditumbuk hingga halus
8. Pati diayak dengan ayakan 100 mesh.

### 3.5.3. Proses Pembuatan Bioplastik

Metode yang digunakan untuk membuat bioplastik adalah metode *melt intercalation*. Metode ini digunakan karena tidak menggunakan pelarut anorganik, sehingga ramah lingkungan (Ningsih & Ariyani, 2019). Berikut langkah-langkah pembuatannya:

#### a. Pembuatan Bioplastik Tanpa Kitosan

1. Menimbang seluruh bahan yang telah ditentukan.
2. Memasukkan pati sebanyak 10 gr ke dalam *beaker glass* ukuran 500 ml.
3. Menambahkan *plasticizer* dengan variasi gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol + sorbitol ( 1: 1 ), masing-masing sebanyak 25% dari berat pati.

4. Menambahkan aquades sebanyak 100 ml, homogenkan.
5. Larutan yang telah tercampur selanjutnya dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan suhu 85°C selama 50 menit sambil diaduk secara kontinu.
6. Setelah 50 menit, larutan didiamkan selama 5 menit untuk menghilangkan gelembung.
7. Larutan dicetak ke *flexi glass* dengan ukuran 20 x 20 cm.
8. Larutan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 45°C selama 5 jam.
9. Bioplastik dikeluarkan dari cetakan dan siap diuji.

#### **b. Pembuatan Bioplastik dengan Kitosan**

1. Menimbang seluruh bahan yang telah ditentukan.
2. Memasukkan 4% kitosan ke dalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan larutan asetat 1% yang telah disiapkan sebanyak 50 ml. Selanjutnya, dipanaskan menggunakan *hotplate* dengan suhu 50°C selama 20 menit sambil diaduk secara kontinu.
3. Setelah larutan kitosan siap, masukkan sisa larutan 1% asetat sebanyak 50 ml, homogenkan.
4. Menambahkan pati sebanyak 10 gr ke dalam larutan kitosan.
5. Menambahkan *plasticizer* dengan variasi gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol + sorbitol ( 1: 1 ), masing-masing sebanyak 25% dari berat pati.
6. Larutan yang telah tercampur selanjutnya dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan suhu 85°C selama 50 menit sambil diaduk secara kontinu.
7. Setelah 50 menit, larutan didiamkan selama 5 menit untuk menghilangkan gelembung.
8. Larutan dicetak ke *flexi glass* dengan ukuran 20 x 20 cm.
9. Larutan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 45°C selama 5 jam.
10. Bioplastik dikeluarkan dari cetakan dan siap diuji.

### 3.6. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan 2 variasi. Variasi pertama adalah jenis *plasticizer*, dengan 3 taraf yaitu, gliserol, sorbitol, dan campuran gliserol + sorbitol ( 1 : 1 ), sedangkan variasi kedua adalah konsentrasi larutan kitosan, sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 3.2**

**Tabel 3.1** Variasi Sampel

| Kode sampel | <i>Plasticizer</i><br>(25 %)     | Kitosan<br>(%) | Pati<br>(gr) |
|-------------|----------------------------------|----------------|--------------|
| A1          | Gliserol                         | 0%             | 10 gr        |
| B1          | Sorbitol                         | 0%             | 10 gr        |
| C1          | Gliserol + Sorbitol<br>( 1 : 1 ) | 0%             | 10 gr        |
| A2          | Gliserol                         | 4%             | 10 gr        |
| B2          | Sorbitol                         | 4%             | 10 gr        |
| C2          | Gliserol + Sorbitol<br>( 1 : 1 ) | 4%             | 10 gr        |

*Sumber : (Hasil Analisa, 2022)*

### 3.7. Pengujian Bioplastik

Pengujian bioplastik dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bioplastik yang dihasilkan, yang meliputi uji ketebalan, uji kuat tarik, uji elongasi, uji *swelling*, uji gugus fungsi, dan uji biodegradabilitas.

#### 3.7.1. Ketebalan Bioplastik

Alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan bioplastik adalah mikrometer sekrup dengan cara diukur ketebalannya di lima titik bagian yaitu di tiap sudut dan bagian tengah dari bioplastik. Standar nilai ketebalan bioplastik yang digunakan yaitu JIS Z 1707 (*Japanese Industrial Standart*) dengan nilai maksimal 0,25 mm. Adapun rumus perhitungannya, sebagai berikut:

$$\text{Ketebalan rata-rata} = \frac{(\text{titik 1} + \text{titik 2} + \text{titik 3} + \text{titik 4} + \text{titik 5})}{5}$$

### 3.7.2. Uji Kuat Tarik / *Tensile-Strength* (MPa)

Pengujian kuat tarik ini dilakukan dengan cara menarik sampel dari 2 arah yang berbeda hingga bertambahnya panjang dan mengecilnya diameter. Kemudian, catat hasil dari pengujian yaitu besarnya gaya dan pertambahan panjang yang dihasilkan. Standar yang digunakan untuk uji kuat tarik adalah ASTM D882 (2010). Kuat tarik dihitung dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang minimum asli benda uji. Hasilnya harus dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (atau pound-force per inci persegi). Uji kuat tarik dapat dicari menggunakan persamaan:

$$TS = F_{max} / A$$

dimana :

TS = Kuat tarik

F<sub>max</sub> = gaya maksimum

A = luas permukaan

### 3.7.3. Pemanjangan/Elongasi (%)

Standar yang digunakan untuk menghitung persen pemanjangan adalah ASTM D882 (2010). Adapun rumus untuk menghitung persen pemanjangan yaitu sebagai berikut:

$$e (\%) = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100\%$$

dimana :

e (%) = Elongasi

L<sub>1</sub> = panjang akhir benda uji

L<sub>0</sub> = panjang awal benda uji

### 3.7.4. Uji Daya Serap Air

Standar yang digunakan untuk uji daya serap air adalah ASTM D570-98, (2010), dengan cara merendam sampel ke dalam wadah yang berisi aquades dengan seluruh bagian tenggelam selama 2 jam. Setelah proses perendaman selesai, sampel dikeluarkan kemudian dibersihkan dengan kain dan ditimbang untuk mengetahui berat

akhir. Air yang terserap ke dalam sampel dihitung melalui persamaan:

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{(W_1 - W_0)}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W<sub>0</sub> = berat sampel kering

W<sub>1</sub> = berat sampel setelah direndam air.

Kemudian, untuk mendapatkan persen ketahanan air, persentase air yang terserap dikalkulasikan dalam perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{Ketahanan air} = 100\% - \text{persen air diserap}$$

### 3.7.5. Uji Gugus Fungsi

Uji gugus fungsi dilakukan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Universitas Airlangga. Hasil pengujian yang didapatkan berupa spektrum yang menjelaskan hubungan antara bilangan gelombang dengan nilai transmitansi. Kemudian, dari data tersebut dapat diidentifikasi gugus-gugus fungsional yang terbentuk (bilangan gelombang) dari spektrum inframerah sampel.

### 3.7.6. Uji Biodegradabilitas Bioplastik

Pengujian biodegradabilitas bioplastik dilakukan secara mandiri dengan metode *soil burial test* yaitu dengan cara menanamkan sampel bioplastik ke dalam tanah selama 14 hari. Biodegradabilitas dapat diketahui dengan menghitung selisih antara berat sampel awal sebelum ditanam dengan berat sampel akhir setelah ditanam. Adapun cara untuk mendapatkan selisih antara berat awal dengan berat akhir sampel yaitu dengan uji gravimetri. Setelah sampel diambil dari tanah, sampel dibersihkan terlebih dahulu menggunakan aquades untuk menghilangkan kotoran dari sisa-sisa tanah. Kemudian, sampel dioven pada suhu 50°C dalam waktu 30 menit (Maslahah & Sedyadi, 2020). Selanjutnya, sampel dapat ditimbang dengan neraca analitik. Berikut perhitungan untuk persentase kehilangan berat:

$$\text{Kehilangan Berat (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_0$  = berat awal sebelum ditanam

$W_1$  = berat akhir setelah ditanam

Kemudian, hasil persentase kehilangan beratnya dikalkulasikan untuk mengetahui seberapa lama waktu total degradasi pada bioplastik. Setelah diketahui total waktu degradasi, kemudian disesuaikan dengan standar ASTM 5336. Menurut standar ASTM 5336, lama waktu plastik PLA dari Jepang dan plastik PCL dari Inggris untuk terdegradasi membutuhkan 60 hari (Alam dkk., 2018). Adapun perhitungan total waktu degradasi sempurna, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Total Waktu Degradasi Sempurna} = \frac{100\%}{\% \text{Kehilangan Berat}} \times \text{Waktu Uji}$$

### 3.8. Analisis Data

Pada penelitian ini, data dianalisa dengan perhitungan matematis dan analisa deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu berupa tabel, diagram, dan penjelasannya. Data yang diperoleh meliputi nilai ketebalan, nilai kuat tarik, nilai elongasi, nilai daya serap air, gugus fungsi, dan biodegradabilitas bioplastik. Data tersebut nantinya akan dibandingkan dengan acuan yang digunakan. Untuk uji kuat tarik dan elongasi dianalisis kesesuaiannya dengan standar JIS Z 1707 dan SNI No. 7818:2014, dan uji biodegradabilitas dianalisis kesesuaiannya dengan standar ASTM 5336.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Ekstraksi Pati Limbah Kulit Pisang

Bioplastik pada penelitian ini dibuat dengan bahan utama yaitu ekstrak pati dari limbah kulit pisang. Limbah kulit pisang yang digunakan pada penelitian ini diambil dari penjual pisang goreng dengan kondisi kulit masih berwarna kuning sedikit kehitaman. Proses ekstraksi pati dimulai dengan mencuci bersih kulit pisang hingga tidak ada kotoran yang masih menempel. Setelah dicuci bersih, kulit pisang direndam dengan larutan natrium metabisulfit selama 10 menit. Larutan natrium metabisulfit dibuat dengan takaran 1 liter aquades dan 5 gr natrium metabisulfit yang dihomogenkan. Tujuan proses perendaman menggunakan natrium metabisulfit yaitu sebagai agen anti *browning* untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan pada kulit pisang (Yuliandari, 2019) . Proses pencoklatan ini terjadi diakibatkan oleh adanya aktifitas enzim didalamnya. Berbeda dengan kulit pisang yang tidak direndam dengan larutan natrium metabisulfit, proses *browning* akan berjalan begitu cepat setelah kulit dikupas dari buahnya. Adapun limbah kulit pisang Raja Bulu dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



**Gambar 4.1** Limbah Kulit Pisang Raja Bulu

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Kulit pisang yang telah direndam kemudian dipotong dengan ukuran kecil untuk mempermudah saat dihaluskan menggunakan blender. Takaran



yang digunakan untuk menghaluskan kulit pisang yaitu dengan mencampurkan air dan potongan kulit pisang dengan perbandingan 1 : 1. Setelah bubur kulit pisang halus, selanjutnya disaring menggunakan kain saring dengan tujuan untuk menghasilkan sari pati. Sari pati yang telah didapatkan selanjutnya diendapkan selama 3 - 6 jam hingga pati dapat terendap sempurna ke bawah. Setelah pati terendap sempurna, air sisa hasil endapan dapat disisihkan dan pati basah dapat diambil untuk dikeringkan. Proses pengeringan pati ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air didalamnya, sehingga pati dapat awet dan lebih tahan lama (Martunis, 2012). Pengeringan pati dilakukan dengan menggunakan oven atau dapat dikeringkan secara langsung menggunakan bantuan sinar matahari. Namun, dalam hal ini, peneliti menggunakan oven sebagai alat untuk mengeringkan pati.



**Gambar 4.2** Proses Pengeringan Pati

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Dalam proses pengeringan, suhu dan waktu menjadi salah satu faktor penting. Hasil penelitian Lutfi dkk., (2019) menunjukkan bahwa suhu dan waktu pengeringan memiliki pengaruh nyata terhadap kadar pati yang dihasilkan. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan rusaknya struktur pada pati. Pada awal percobaan, peneliti menggunakan suhu 50°C sebagai acuan untuk mengeringkan pati dengan waktu selama 2 jam. Akan tetapi, hasil di lapangan berbeda dengan acuan. Pati yang dikeringkan dengan suhu 50°C dalam waktu 2 jam masih dalam kondisi basah dan belum kering sama sekali. Hal ini bergantung pada kadar air didalam pati. Selanjutnya, peneliti menambah durasi waktu pengeringan

dari 2 jam hingga menjadi 6 jam. Namun, tetap pati masih dalam kondisi basah dan belum kering 100%. Pada akhirnya, peneliti menambah durasi waktu pengeringan hingga menjadi 24 jam, seperti yang dilakukan oleh Widyatmoko dkk., (2018). Peneliti tidak melakukan penambahan suhu pengeringan dikarenakan menghindari terjadinya kerusakan pada struktur pati yang dihasilkan. Pati basah yang telah dioven tersebut akan berubah menjadi bubuk pati. Bubuk pati yang dihasilkan ini memiliki warna coklat dan memiliki aroma seperti daun teh. Untuk mendapatkan hasil yang lebih halus menyerupai tepung, pati tersebut diayak dengan ayakan 100 mesh. Selanjutnya, pati siap digunakan untuk pembuatan bioplastik.



**Gambar 4.3** Hasil Ekstraksi Pati Kulit Pisang Raja Bulu

Sumber : Dokumentasi Penelitian

#### **4.2. Proses Pembuatan Bioplastik**

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan metode *melt intercalation*. Bahan utama yang digunakan adalah pati kulit pisang. Kemudian, ditambahkan dengan bahan-bahan perekat lainnya seperti *plasticizer* dan kitosan. Semua bahan tersebut akan dilarutkan menggunakan aquades dan dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga pati tergelatinisasi. Adapun proses pemanasan dapat dilihat pada **Gambar 4.4**



**Gambar 4.4** Proses Pemanasan Bioplastik



Sumber : Dokumentasi Penelitian

Dalam pembuatan bioplastik, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, diantaranya konsentrasi pati, jenis *plasticizer* atau bahan perekat lain yang digunakan, dan suhu pemanasan (Krisna, 2011). Konsentrasi pati yang digunakan dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi pati menyebabkan bertambahnya jumlah polimer yang berpengaruh pada rongga dalam gel, dan bioplastik akan menjadi sangat tebal dan rapat. Konsentrasi pati yang digunakan dalam penelitian ini sama yaitu sebanyak 10 gr. Selain konsentrasi pati, jenis *plasticizer* dan bahan perekat yang ditambahkan juga menentukan kelenturan dan kekuatan dari bioplastik. Dalam hal ini, *plasticizer* yang digunakan adalah gliserol dan sorbitol beserta tambahan perekat lainnya yaitu kitosan. Semua bahan tersebut dihomogenkan dan dipanaskan pada suhu tertentu. Suhu pemanasan yang digunakan akan mempengaruhi proses gelatinisasi pati di dalamnya.

Dalam pembuatan bioplastik ini telah mengalami beberapa kegagalan. Pada awal percobaan pembuatan, bioplastik yang dihasilkan mengalami pecah-pecah dan tidak dapat menyatu. Hal ini disebabkan karena proses gelatinisasi pati yang terjadi belum maksimal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses gelatinisasi pati, salah satunya yaitu suhu pemanasan. Di awal percobaan, peneliti menggunakan suhu 85°C untuk melakukan pemanasan pada bahan-bahan bioplastik. Dengan melakukan pemanasan pada suhu 85°C selama beberapa menit tersebut, adonan bahan yang semula

cair hanya berubah menjadi sedikit mengental. Padahal, dalam proses pembuatan bioplastik, adonan bahan yang dipanaskan harus membentuk pasta pati atau mencapai tahap gelatinisasi (Krisna, 2011). Apabila gelatinisasi tidak tercapai, maka bioplastik yang dihasilkan tidak akan terbentuk. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti melakukan penambahan suhu pada proses pemanasan bahan bioplastik. Suhu yang digunakan yaitu 100°C. Dari hasil percobaan menggunakan suhu 100°C, adonan bahan yang semula cair menjadi lebih kental atau berubah menjadi pasta pati. Hal ini menandakan bahwa pati telah tergelatinisasi dengan baik. Adapun perbedaan penampakan bioplastik dengan suhu pemanasan yang berbeda, dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Hasil Penampakan Bioplastik

| Suhu Pemanasan | Penampakan Bioplastik  |
|----------------|--|
| 85°C           |   |
| 100°C          |  |

*Sumber : Hasil Analisa (2022)*

Setelah melalui proses pemanasan, adonan pasta tersebut didinginkan terlebih dahulu pada suhu ruang untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak di dalamnya, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.5**





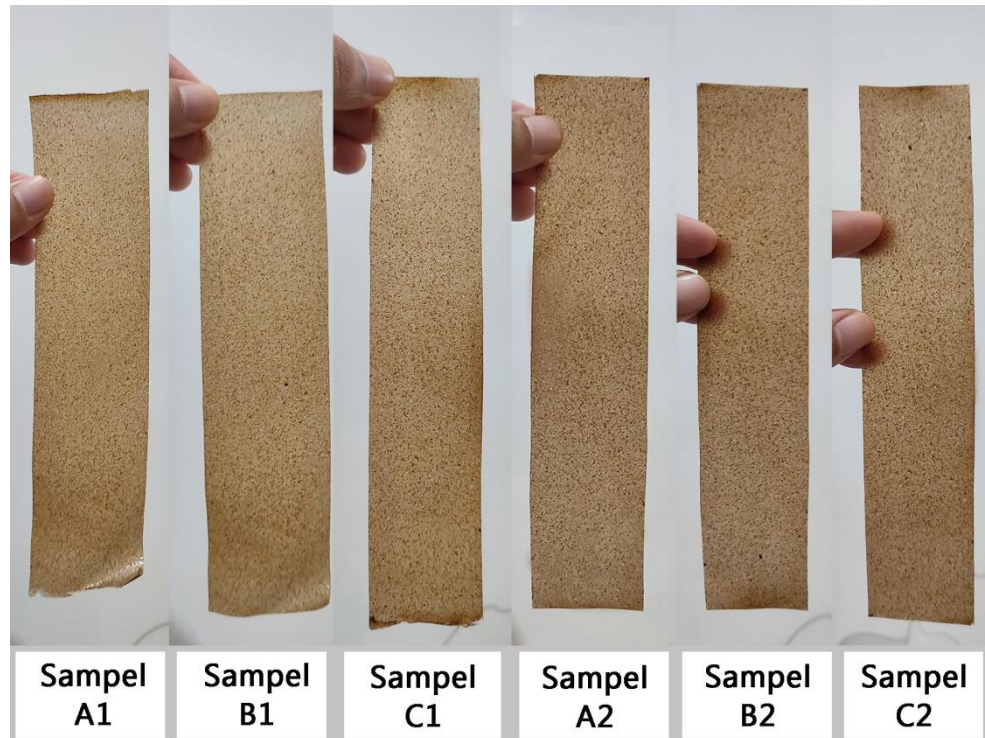
**Gambar 4.5** Gelembung-Gelembung Udara

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Setelah proses pendinginan telah selesai, selanjutnya adonan pasta dapat dicetak ke dalam loyang yang berukuran 20 cm x 20 cm, yang telah dilapisi lakban di tiap sisinya. Tujuan melapisi loyang dengan lakban adalah untuk mempermudah melepas bioplastik dari cetakan (Azizaturrohmah, 2019). Adonan yang telah dicetak, kemudian dioven dengan suhu pemanasan 45°C selama 5 jam atau bisa juga didinginkan dengan suhu ruang. Setelah melewati proses pencetakan, selanjutnya bioplastik didinginkan pada suhu ruang hingga bioplastik dapat dilepas dari cetakan, dan bioplastik siap untuk dikarakterisasi.

#### **4.3. Hasil Penampakan Bioplastik**

Dari pembuatan bioplastik yang telah dilakukan, bioplastik yang dihasilkan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada segi visual meskipun terbuat dari jenis *plasticizer* dan komposisi yang berbeda. Bioplastik yang dihasilkan memiliki warna coklat. Hal ini disebabkan oleh warna asli dari pati kulit pisang. Jenis dan warna dari bahan utama yang digunakan sangat menentukan hasil visual bioplastik (Azizaturrohmah, 2019). Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan bioplastik ini adalah pati kulit pisang yang memiliki warna coklat.



**Gambar 4.6** Penampakan Visual Bioplastik

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Bioplastik ini memiliki bentuk yang hampir mirip dengan plastik pada umumnya yaitu sedikit transparan dan fleksibel. Selain itu, tekstur bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang ini halus sekaligus juga sedikit kasar pada bagian permukaan sisi lainnya. Dari segi bau, 3 sampel bioplastik menghasilkan bau sedikit menyengat yaitu sampel A2, B2, dan C2. Hal ini dikarenakan adanya penambahan asam asetat pada bioplastik. Penambahan asam asetat ini ditujukan untuk mempermudah dalam melarutkan kitosan. Dari 6 sampel tersebut, jenis *plasticizer* yang digunakan mempengaruhi fleksibilitas bioplastik. Penggunaan *plasticizer* gliserol pada bioplastik menghasilkan bentuk yang lebih fleksibel dibandingkan dengan *plasticizer* sorbitol.

#### 4.4. Hasil Uji Karakteristik Mekanik Bioplastik

Bioplastik yang telah dilepas dari cetakan dapat dikarakterisasi, salah satunya yaitu uji mekanik yang meliputi ketebalan, kuat tarik, dan elongasi. Uji mekanik yang meliputi kuat tarik dan elongasi dilakukan di Laboratorium Inovasi Material ITS Surabaya, sedangkan uji ketebalan

dilakukan secara mandiri di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.

#### 4.4.1. Ketebalan Bioplastik

Pengukuran ketebalan pada bioplastik ditujukan untuk menentukan seberapa tebal bioplastik yang dihasilkan untuk disesuaikan dengan penggunaannya. Menurut Azizaturrohmah, (2019), nilai ketebalan bioplastik dapat mempengaruhi karakteristik mekanik seperti kuat tarik dan elongasi. Semakin tebal bioplastik yang dihasilkan, maka semakin tinggi nilai kuat tarik dan elongasi yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, bioplastik yang dihasilkan memiliki ketebalan yang hampir sama. Adapun nilai ketebalan bioplastik ini diukur menggunakan mikrometer sekrup. Standar ketebalan bioplastik menurut JIS Z 1707 (*Japanese Industrial Standart*) maksimal 0,25 mm atau lebih rendah (Santoso & Atma, 2020). Apabila ketebalan bioplastik melebihi dari standar yang telah ditentukan, maka akan mempengaruhi segi organoleptik bioplastik dan apabila ketebalan bioplastik dibawah melebihi dari standar yang telah ditentukan akan menyebabkan bioplastik terindikasi mudah sobek (Syura, 2020). Untuk hasil pengukuran ketebalan, dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut.

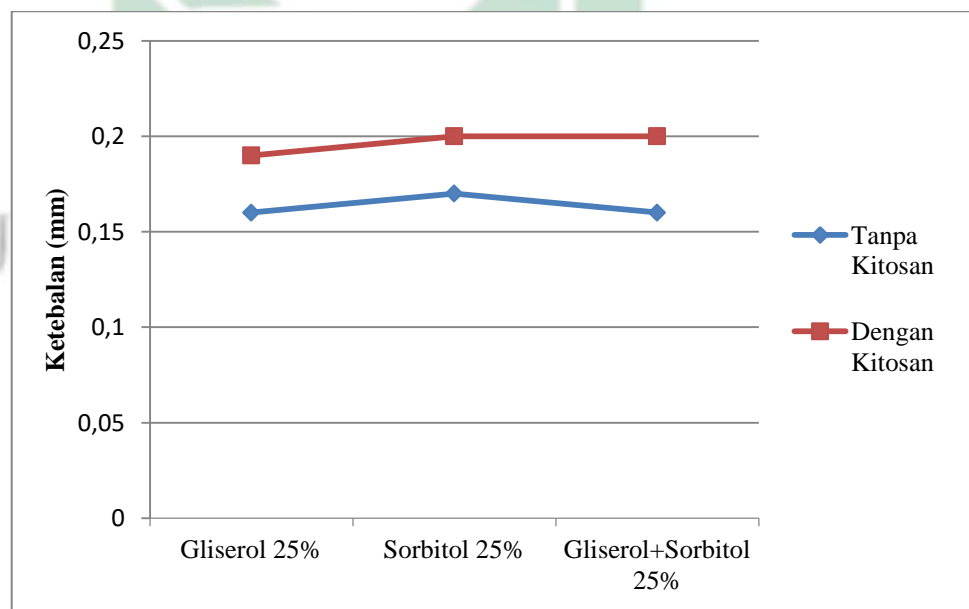
**Tabel 4.2** Hasil Pengukuran Ketebalan Bioplastik

| Sampel                                 | Nilai Ketebalan (mm) | Standart JIS Z 1707 |
|--|----------------------|---------------------|
| A1 Gliserol 25%                        | 0,16                 | $\leq 0,25$ mm      |
| B1 Sorbitol 25%                        | 0,17                 |                     |
| C1 Gliserol + Sorbitol 25%             | 0,16                 |                     |
| A2 Gliserol 25% dan Kitosan            | 0,19                 | $\leq 0,25$ mm      |
| B2 Sorbitol 25% dan Kitosan            | 0,20                 |                     |
| C2 Gliserol + Sorbitol 25% dan Kitosan | 0,20                 |                     |

*Sumber : Hasil Analisa (2022)*



Berdasarkan **Tabel 4.2**, dapat dilihat untuk sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai ketebalan sebesar 0,16 mm, sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai ketebalan sebesar 0,17 mm, dan sampel C1 dengan *plasticizer* campuran dari gliserol dan sorbitol tanpa penambahan kitosan, memiliki nilai ketebalan sebesar 0,16 mm. Untuk sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan kitosan memiliki nilai ketebalan sebesar 0,19 mm, sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan memiliki nilai ketebalan sebesar 0,20 mm, dan sampel C2 dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol serta penambahan kitosan memiliki nilai ketebalan sebesar 0,20 mm. Dari hasil uji ketebalan yang telah dilakukan, selanjutnya dapat dibandingkan kesesuaiannya dengan standar JIS Z 1707 (*Japanese Industrial Standart*). Bioplastik dalam penelitian ini telah memenuhi standar ketebalan *film plastic* yang dikeluarkan oleh JIS. Adapun grafik nilai ketebalan dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



**Gambar 4.7** Grafik Nilai Ketebalan Bioplastik

Berdasarkan **Gambar 4.7** dapat dilihat bahwa bioplastik dengan penambahan kitosan dapat menambah nilai ketebalan pada bioplastik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Suryani, (2021) bahwa dengan adanya penambahan kitosan dan komposisi larutan pada bioplastik dapat meningkatkan nilai ketebalan. Menurut Syura, (2020), semakin besar konsentrasi pati atau jumlah komposisi yang digunakan akan mempengaruhi volume larutan tersebut sehingga akan semakin banyak bahan yang terlarut dan menyebabkan bioplastik yang dihasilkan semakin tebal. Pada penelitian ini, bahan pati kulit pisang yang digunakan masing-masing sebanyak 10 gr. Ditambah juga dengan penambahan kitosan dan larutan asam asetat pada sampel A2, B2, dan C2. Hal ini yang menyebabkan komposisi larutan bertambah sehingga bioplastik menjadi lebih tebal. Selain perbedaan jumlah komposisi larutan, ketebalan juga dipengaruhi oleh cetakan bioplastik yang digunakan (Suryani, 2021). Semakin luas permukaan cetakan yang digunakan, maka semakin tipis bioplastik yang dihasilkan. Begitu sebaliknya, semakin sempit luas permukaan cetakan, maka akan menyebabkan bioplastik yang tercetak menjadi tebal. Pada penelitian ini, cetakan yang digunakan memiliki ukuran yang sama yaitu 20 cm x 20 cm, sehingga bioplastik memiliki ketebalan yang hampir sama.

#### **4.4.2. Kuat Tarik Bioplastik**

Pengujian kuat tarik bioplastik ditujukan untuk melihat seberapa besar gaya yang dapat dicapai hingga putusanya bioplastik. Uji kuat tarik dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tarik atau *Universal Testing Machine*. Bioplastik dikatakan baik apabila memiliki kuat tarik yang besar. Semakin besar nilai kuat tarik yang dihasilkan, mengindikasikan bahwa bioplastik tersebut akan kuat dan tidak mudah rusak sehingga dapat melindungi produk di dalamnya (Azizaturrohmah, 2019). Berdasarkan uji yang telah dilakukan, didapatkan bahwa bioplastik dengan jenis *plasticizer* yang berbeda

manghasilkan nilai kuat tarik yang berbeda pula. Adapun hasil uji kuat tarik dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

**Tabel 4.3** Hasil Pengukuran Kuat Tarik Bioplastik

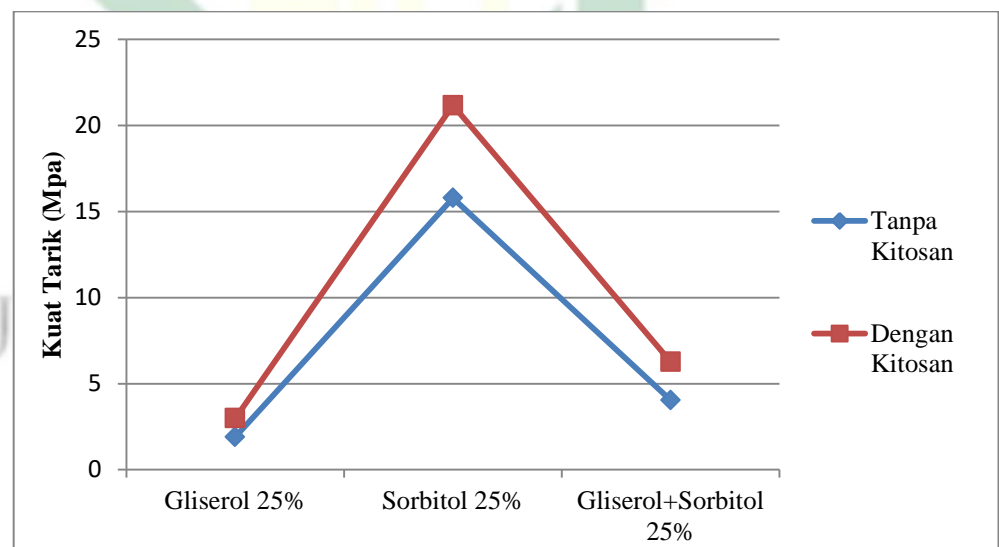
| Sampel                               | Kuat Tarik (Mpa) | Standar SNI 7818:2014 | Standar JIS Z 1707 |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| A1 Gliserol 25%                      | 1,9              |                       |                    |
| B1 Sorbitol 25%                      | 15,79            |                       |                    |
| C1 Gliserol+Sorbitol 25%             | 4,04             | Minimal               | Minimal            |
| A2 Gliserol 25% dan Kitosan          | 2,99             | 13,7 Mpa              | 0,39 Mpa           |
| B2 Sorbitol 25% dan Kitosan          | 21,17            |                       |                    |
| C2 Gliserol+Sorbitol 25% dan Kitosan | 6,27             |                       |                    |

Sumber : Hasil Analisa (2022)

Fungsi penggunaan *plasticizer* pada bioplastik dapat menurunkan gaya tarik yang terjadi antar polimer sehingga akan menurunkan kemampuan ketahanan bioplastik terhadap perlakuan mekanis. Kester dan Fennema (1986) dalam Sitompul & Zubaidah, (2017) menyebutkan hal yang sama, bahwa *plasticizer* dapat mengakibatkan menurunnya ikatan hidrogen didalamnya dan menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga akan mengurangi kekuatan regangan putus bioplastik. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik sebesar 1,90 Mpa, sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik sebesar 15,79 Mpa, dan sampel C1 dengan *plasticizer* campuran dari gliserol dan sorbitol tanpa penambahan kitosan, memiliki nilai kuat tarik sebesar 4,04 Mpa. Untuk sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik sebesar 2,99 Mpa, sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik sebesar 21,17 Mpa,

dan sampel C2 dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol serta penambahan kitosan memiliki nilai kuat tarik sebesar 6,27 Mpa. Dari 6 sampel tersebut, nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan, sedangkan nilai kuat tarik terendah terdapat pada sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan. Dari hasil uji kuat tarik yang telah dilakukan, selanjutnya dapat dibandingkan kesesuaiannya dengan standar kuat tarik bioplastik, baik dari SNI (Standar Nasional Indonesia) maupun JIS (*Japanese Industrial Standart*). Untuk standart nilai kuat tarik bioplastik yang dikeluarkan oleh JIS adalah minimal 0,39 Mpa, sedangkan menurut SNI minimal 13, 7 Mpa. Dari 6 sampel tersebut, nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS Z 1707. Namun, jika disesuaikan dengan standar SNI, yang telah memenuhi hanya sampel B1 dan B2. Adapun grafik nilai kuat tarik dapat dilihat pada

**Gambar 4.8**



**Gambar 4.8** Grafik Nilai Kuat Tarik Bioplastik

Penggunaan jenis *plasticizer* yang berbeda dapat mempengaruhi nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan (Sitompul & Zubaidah, 2017). Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa penggunaan *plasticizer* sorbitol menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sedangkan *plasticizer* gliserol menghasilkan bioplastik yang

memiliki kuat tarik lebih rendah. Hal ini juga disebutkan dalam penelitian Azizaturrohmah, (2019), bahwa penggunaan sorbitol menghasilkan bioplastik dengan kuat tarik lebih besar dibandingkan dengan gliserol. Menurut Ningsih, (2015), gliserol memiliki berat molekul lebih kecil atau rendah dibandingkan dengan sorbitol, sehingga molekul gliserol mampu masuk ke dalam rantai polimer polisakarida sehingga fleksibilitas bioplastik meningkat dan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya mengalami penurunan sehingga menyebabkan ruang molekul polimer meningkat. Berbeda dengan gliserol, sorbitol memiliki berat molekul yang lebih besar dibandingkan dengan gliserol yang menyebabkan sedikit sulit masuk ke dalam rantai polisakarida sehingga tidak dapat menurunkan ikatan didalamnya secara maksimal. Alhasil, *plasticizer* sorbitol memiliki kuat tarik yang lebih tinggi.

Selain perbedaan *plasticizer*, bahan aditif kitosan dapat menambah nilai kuat tarik pada. Terlihat pada **Gambar 4.8** menunjukkan bahwa penambahan kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada bioplastik yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Coniwanti dkk., (2014) bahwa penambahan kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada bioplastik. Penambahan kitosan pada pembuatan bioplastik menyebabkan ikatan hidrogen didalamnya bertambah. Semakin besar penggunaan konsentrasi kitosan, maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam bioplastik sehingga ikatan kimia dari plastik akan semakin kuat dan sulit untuk diputus, karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Hal itu disebabkan oleh partikel bioplastik banyak mengalami perubahan fisika, sehingga bioplastik semakin homogen dan strukturnya merapat. Dengan karakteristik tersebut, tentunya kuat tarik semakin besar.

#### 4.4.3. Elongasi Bioplastik

Pengujian elongasi bioplastik ditujukan untuk melihat seberapa besar persentase pertambahan panjang maksimal pada bioplastik

hingga putus. Seperti uji kuat tarik, uji elongasi dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tarik atau *Universal Testing Machine*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya. Adapun hasil uji elongasi dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

**Tabel 4.4** Hasil Pengukuran Elongasi Bioplastik

| Sampel                               | Elongasi (%) | Standar SNI 7818:2014 | Standar JIS Z 1707 |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------|
| A1 Gliserol 25%                      | 64,22        |                       |                    |
| B1 Sorbitol 25%                      | 22,74        |                       |                    |
| C1 Gliserol+Sorbitol 25%             | 44,95        |                       |                    |
| A2 Gliserol 25% dan Kitosan          | 43,29        | 21% - 220%            | Min 70%            |
| B2 Sorbitol 25% dan Kitosan          | 12,62        |                       |                    |
| C2 Gliserol+Sorbitol 25% dan Kitosan | 37,38        |                       |                    |

*Sumber : Hasil Analisa (2022)*

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai elongasi sebesar 64,22 %, sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai elongasi sebesar 22,74%, dan sampel C1 dengan *plasticizer* campuran dari gliserol dan sorbitol tanpa penambahan kitosan, memiliki nilai elongasi sebesar 44,95%. Untuk sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan kitosan memiliki nilai elongasi sebesar 43,29% , sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan memiliki nilai elongasi sebesar 12,62%, dan sampel C2 dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol serta penambahan kitosan memiliki nilai elongasi sebesar 37,38% Dari 6 sampel tersebut, nilai elongasi tertinggi terdapat pada sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan, sedangkan nilai elongasi terendah terdapat pada sampel B2 dengan *plasticizer*



sorbitol dan penambahan kitosan. Dari hasil uji elongasi yang telah dilakukan, selanjutnya dapat dibandingkan kesesuaiannya dengan standar kuat tarik bioplastik, baik dari SNI (Standar Nasional Indonesia) maupun JIS (Japanese Industrial Standart). Untuk standart nilai elongasi bioplastik yang dikeluarkan oleh JIS (*Japanese Industrial standart*) adalah minimal 70%, sedangkan menurut SNI berkisar 21% - 220%. Dari segi elongasi, bioplastik dalam penelitian masih belum memenuhi standar JIS Z 1707, namun beberapa sampel telah memenuhi standar SNI, yaitu sampel A1, B1, C1, A2, dan C2. Adapun grafik nilai elongasi dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



**Gambar 4.9** Grafik Nilai Elongasi Bioplastik

Penggunaan *plasticizer* dalam pembuatan bioplastik adalah untuk mengurangi kekakuan. Dalam penelitian ini, hasil nilai elongasi berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Semakin besar persentase elongasi, maka semakin kecil nilai kuat tarik yang dihasilkan (Coniwanti dkk., 2014). Berdasarkan grafik diatas, bioplastik dengan *plasticizer* gliserol memiliki nilai elongasi yang lebih besar. Artinya, bioplastik dengan *plasticizer* gliserol memiliki bentuk yang lebih fleksibel dibandingkan dengan sorbitol. Tingginya nilai elongasi yang dihasilkan pada penggunaan gliserol disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulernya, karena



titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemlastis yang berlebih berada di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai, menyebabkan gerakan rantai lebih bebas sehingga fleksibilitas mengalami peningkatan.

Tidak hanya jenis *plasticizer*, penambahan kitosan juga dapat mempengaruhi nilai elongasi bioplastik. Berdasarkan grafik diatas, penambahan kitosan ke dalam formula bioplastik menyebabkan menurunnya nilai elongasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Hartatik dkk., (2014) bahwa adanya penambahan kitosan pada bioplastik menyebabkan penurunan pada nilai elongasi.

#### 4.5. Hasil Pengujian Daya Serap Air Bioplastik

Pengujian daya serap air pada bioplastik dilakukan untuk mengetahui seberapa tinggi ketahanan bioplastik terhadap air. Pengujian ini dilakukan mengikuti prosedur ASTM 570-98, yaitu dengan cara merendam sampel ke dalam wadah yang berisi aquades dengan seluruh bagian tenggelam selama 2 jam hingga bioplastik mengalami pengembangan (*swelling*). Pengembangan pada bioplastik terjadi dikarenakan adanya proses adsorpsi. Adapun hasil pengujian daya serap air bioplastik dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

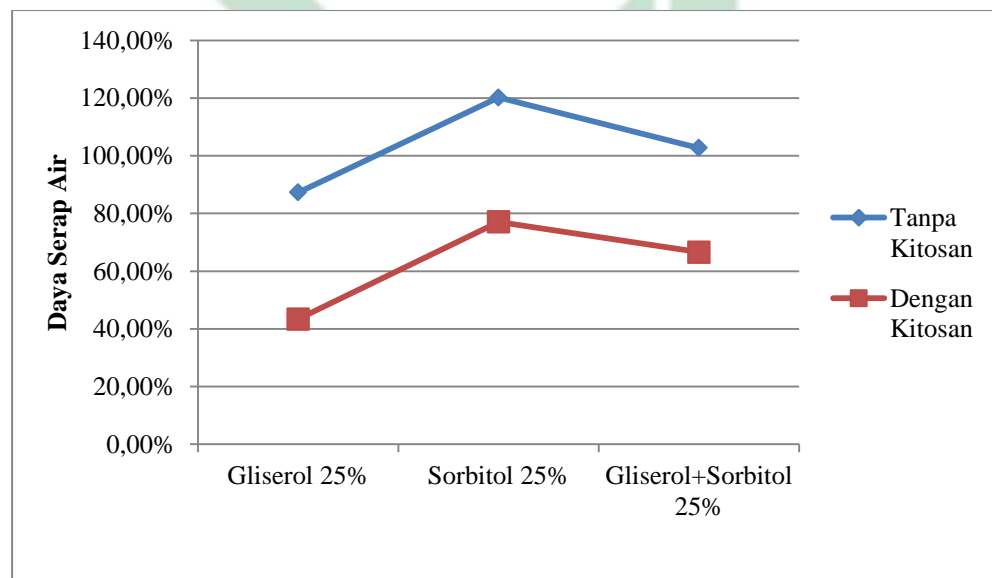
**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Daya Serap Air Bioplastik

| Sampel                               | Berat Awal (gr) | Berat Akhir (gr) | Daya Serap Air (%) |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| A1 Gliserol 25%                      | 0,2514          | 0,4709           | 87,3%              |
| B1 Sorbitol 25%                      | 0,2603          | 0,5732           | 120,2%             |
| C1 Gliserol+Sorbitol 25%             | 0,2588          | 0,5246           | 102,7%             |
| A2 Gliserol 25% dan Kitosan          | 0,2632          | 0,3774           | 43,4%              |
| B2 Sorbitol 25% dan Kitosan          | 0,2714          | 0,4806           | 77,1%              |
| C2 Gliserol+Sorbitol 25% dan Kitosan | 0,2746          | 0,4575           | 66,6%              |

*Sumber : Hasil Analisa (2022)*

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai daya serap air sebesar 87,3%, sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai daya serap air sebesar 120,2%, dan sampel C1 dengan *plasticizer* campuran dari gliserol dan sorbitol tanpa penambahan kitosan, memiliki nilai daya serap air sebesar 102,7%. Untuk sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan kitosan memiliki nilai daya serap air sebesar 43,4% , sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan memiliki nilai daya serap air sebesar 77,1%, dan sampel C2 dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol serta penambahan kitosan memiliki nilai daya serap air sebesar 66,6% Dari 6 sampel tersebut, nilai daya serap air tertinggi terdapat pada sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa kitosan, sedangkan nilai daya serap air terendah terdapat pada sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dengan penambahan kitosan. Adapun grafik nilai daya serap air dapat dilihat pada

**Gambar 4.10**



**Gambar 4.10** Grafik Nilai Daya Serap Air Bioplastik

Berdasarkan **Gambar 4.10**, menunjukkan bahwa nilai daya serap tertinggi terdapat pada bioplastik B1 dengan komposisi pati dan sorbitol 25% yaitu 120,2%, sedangkan nilai daya serap terendah terdapat pada

bioplastik A2 yaitu 43,4%. Semakin tinggi daya serap bioplastik, menandakan bahwa ketahanan airnya semakin rendah. Begitu sebaliknya, semakin rendah daya serap bioplastik, menandakan semakin tinggi ketahanan airnya. Penambahan *plasticizer* pada bioplastik menyebabkan adanya jarak antar molekul semakin meningkat sehingga menciptakan ruang yang dapat diisi oleh air (Nahwi, 2016).

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa penggunaan sorbitol memiliki nilai daya serap yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purba dkk., (2019), yang menyebutkan bahwa bioplastik berbahan dasar meizena dengan *plasticizer* sorbitol memiliki daya serap yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol. Hal serupa juga disebutkan dalam penelitian Krisnadi dkk., (2019), bahwa bioplastik berbahan dasar bekatul dengan *plasticizer* sorbitol memiliki daya serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol. Tingginya daya serap pada bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol dikarenakan memiliki gugus hidroksil yang lebih banyak (Purba dkk., 2019).

Tidak hanya itu, konsentrasi *plasticizer* yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai daya serap air (Purba dkk., 2019). Pada penelitian ini, konsentrasi *plasticizer* yang digunakan sebesar 25%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zahra dkk., (2020) yang menyebutkan bahwa penggunaan *plasticizer* dengan konsentrasi 0-10%, laju uap air bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol lebih rendah dibandingkan dengan gliserol, sedangkan untuk konsentrasi 15-25%, laju uap air pada bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol lebih tinggi dibandingkan dengan gliserol. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi *plasticizer* yang digunakan, maka daya serap yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Selain perbedaan jenis dan konsentrasi *plasticizer*, nilai daya serap air juga dipengaruhi oleh adanya penambahan kitosan. Dapat dilihat pada grafik tersebut, penambahan kitosan pada bioplastik menyebabkan daya serap air menurun, artinya bioplastik yang dihasilkan memiliki ketahanan

air yang lebih baik dibanding dengan tanpa kitosan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Coniwanti dkk., (2014), penggunaan kitosan dapat menghambat penyerapan air pada bioplastik. Hal ini dikarenakan sifat kitosan yang hidrofobik (sukar air) dan tidak dapat larut dalam air menyebabkan penyerapan air menjadi terhambat. Namun demikian, penambahan kitosan dalam penelitian ini masih belum cukup untuk menghasilkan bioplastik dengan ketahanan air yang sesuai standart, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki sifat fisik bioplastik.

#### 4.6. Hasil Pengujian Degradasi Bioplastik

Pengujian biodegradasi pada bioplastik dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu bioplastik dapat terurai di alam bebas. Pengujian ini dilakukan dengan metode *soil burial test*, yaitu dengan cara menanamkan sampel ke dalam tanah dalam waktu tertentu. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan selama 14 hari. Adapun hasil uji dapat dilihat pada **Tabel 4.6**

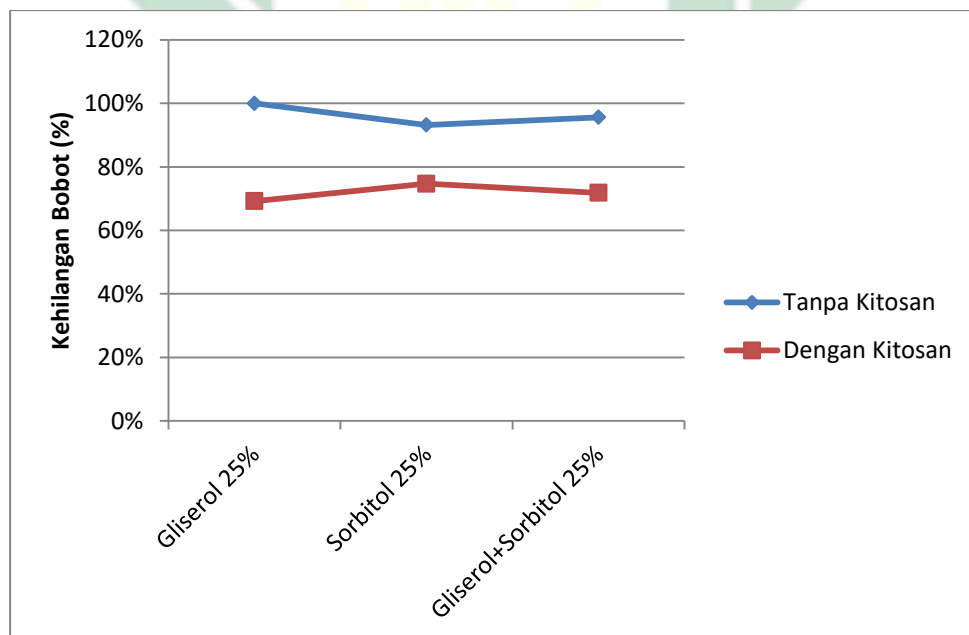
**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Degradasi Bioplastik

| Sampel                               | Kehilangan Bobot (%) | Total waktu degradasi sempurna (hr) | Standar Plastik ASTM 5338          |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| A1 Gliserol 25%                      | 100%                 | 14                                  |                                    |
| B1 Sorbitol 25%                      | 93,2%                | 15                                  | Terurai 100%                       |
| C1 Gliserol+Sorbitol 25%             | 95,6%                | 15                                  | dalam waktu 60                     |
| A2 Gliserol 25% dan Kitosan          | 69,2%                | 20                                  | hari (plastik PLA dari Jepang, dan |
| B2 Sorbitol 25% dan Kitosan          | 74,7%                | 19                                  | plastik PCL dari Inggris)          |
| C2 Gliserol+Sorbitol 25% dan Kitosan | 71,8%                | 19                                  |                                    |

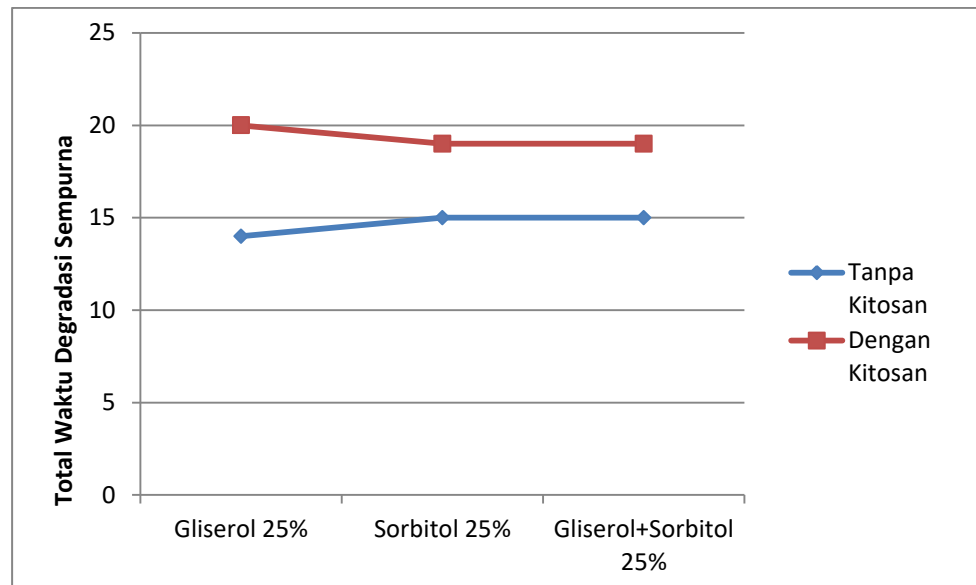
*Sumber : Hasil Analisa (2022)*

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa penambahan kitosan memiliki nilai degradasi sebesar 100%, sampel B1 dengan *plasticizer* sorbitol tanpa

penambahan kitosan memiliki nilai degradasi sebesar 93,2%, dan sampel C1 dengan *plasticizer* campuran dari gliserol dan sorbitol tanpa penambahan kitosan, memiliki nilai degradasi sebesar 95,6%. Untuk sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan kitosan memiliki nilai degradasi sebesar 69,2% , sampel B2 dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan kitosan memiliki nilai degradasi sebesar 74,7%, dan sampel C2 dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol serta penambahan kitosan memiliki nilai degradasi sebesar 71,8% Dari 6 sampel tersebut, nilai degradasi tertinggi terdapat pada sampel A1 dengan *plasticizer* gliserol tanpa kitosan, sedangkan nilai degradasi terendah terdapat pada sampel A2 dengan *plasticizer* gliserol dengan penambahan kitosan. Dari hasil uji degradasi yang telah dilakukan, selanjutnya dapat dibandingkan kesesuaiannya dengan standar ASTM 5336. Dari uji degradasi yang telah dilakukan, bioplastik dalam penelitian ini telah memenuhi standar ASTM 5336.



**Gambar 4.11** Grafik Nilai Persentase Kehilangan Bobot Bioplastik



**Gambar 4.12** Grafik Total Waktu Degradasi Sempurna Bioplastik

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang dalam penelitian ini terdegradasi sempurna dalam kurun waktu 14-15 hari tanpa kitosan dan 19-20 hari dengan penambahan kitosan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Purba dkk., (2019) menunjukkan bahwa penggunaan *plasticizer* yang berbeda tidak memiliki perbedaan lama waktu degradasi bioplastik yang jauh, yaitu sekitar 7-8 hari. Hal ini dikarenakan komposisi yang digunakan berbahan dasar pati yang merupakan polimer alami sehingga mudah terdegradasi di alam. Selain itu, bahan tambahan lain yang digunakan seperti *plasticizer* juga merupakan polimer alami yang mengandung gugus hidroksil, sehingga bersifat hidrofilik (suka air) yang menyebabkan bioplastik menjadi mudah terurai. Dalam hal ini, air sebagai tempat berkembangnya mikroba, sehingga apabila kandungan air tinggi maka akan mempermudah bioplastik untuk terurai (Purba dkk., 2019).

Berdasarkan **Gambar 4.12** menunjukkan bahwa bioplastik dengan penambahan kitosan memiliki waktu degradasi lebih lama dibandingkan dengan bioplastik tanpa kitosan. Hal ini sejalan dengan penelitian Coniwanti dkk., (2014) bahwa bioplastik tanpa kitosan lebih cepat terurai dibandingkan dengan bioplastik dengan kitosan. Penggunaan kitosan disini berfungsi sebagai bahan pengawet alami yang memiliki sifat hidrofobik (sukar air)



sehingga bioplastik membutuhkan waktu sedikit lebih lama untuk terurai di lingkungan. Selain itu, kitosan mempunyai sifat antibakterial yang mampu menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme lainnya yang berada di tanah. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Hartatik dkk., (2014) bahwa perlakuan bioplastik tanpa kitosan lebih mudah terurai dibandingkan dengan penambahan kitosan. Penurunan bobot yang besar ini diakibatkan bioplastik yang dibuat tidak memiliki bahan pengawet didalamnya sehingga mudah mengalami kerusakan. Dalam penelitian Widodo dkk., (2019) juga dijelaskan bahwa kitosan bersifat hidrofobik (sukar air), karena mengandung gugus amina bebas yang tidak dapat larut dalam air. Tidak hanya itu, adanya ikatan hidrogen yang kuat antara pati dan kitosan juga menyebabkan bioplastik menjadi kuat dan tidak mudah mengalami kerusakan (Ramadhani, 2021).

Proses degradasi tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan bioplastik, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain. Menurut Kristiani, (2015), faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan degradasi bioplastik diantaranya kelembapan, suhu, jenis dan jumlah mikroorganisme. Pada penelitian ini, media tanah yang digunakan merupakan media tanam siap pakai yang dijual di pasaran. Media yang telah dicampur, sebagian dimasukkan ke dalam pot yang telah diberi label masing-masing. Selanjutnya, sampel diletakkan ke dalam pot tersebut yang kemudian ditimbun lagi dengan sisa media tanah lainnya. Pengujian ini dilakukan di tempat yang terbuka. Untuk proses pengujian degradasi dapat dilihat pada **Gambar 4.13**





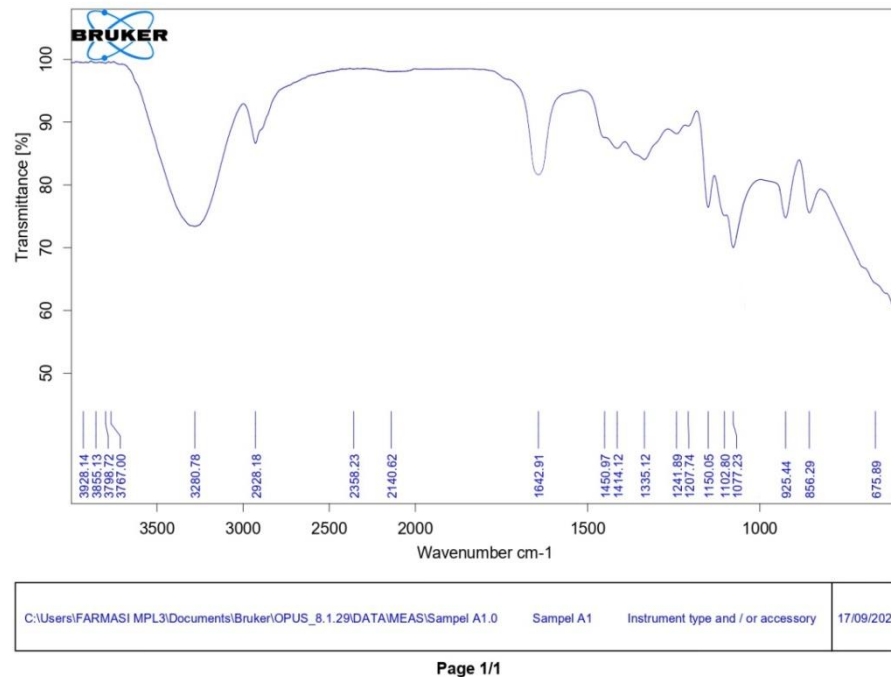
**Gambar 4.13** Pengujian Degradasi Bioplastik

Sumber : Hasil Analisa (2022)

#### **4.7. Hasil Pengujian FTIR Bioplastik**

Pengujian FTIR dilakukan untuk menganalisis gugus fungsi yang terkandung pada bioplastik berbahan dasar pati ini. Analisis gugus fungsi ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya dengan menggunakan alat FTIR jenis Bruker Alpha II ECO-ATR. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil analisis gugus fungsi yang tidak terlalu berbeda atau hampir sama, yang berbeda hanya pada nilai bilangan gelombang setiap *peak*. Adapun hasil uji gugus fungsi dapat dilihat pada **Gambar 4.14** berikut.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



**Gambar 4.14** Hasil Pengujian Gugus Fungsi Bioplastik A1

Sumber : Hasil Analisa (2022)

Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi diatas, beberapa *peak* yang terlihat pada spektrum FTIR menunjukkan bahwa bioplastik yang dianalisa memiliki lebih dari satu jenis ikatan (gugus fungsi). Adapun gugus fungsi yang terbaca pada sektrum IR, dapat dilihat pada **Tabel 4.7** berikut.

**Tabel 4.7** Hasil Identifikasi Gugus Fungsi

| Sampel | Wavenumber (cm-1 ) | Kelompok               |
|--------|--------------------|------------------------|
| A1     | 3280.78            | OH (senyawa hidroksil) |
|        | 2928.18            | Alkana C-H             |
|        | 1649.91            | Karbonil C=O           |
|        | 1450.97            | Aromatic C-H           |
|        | 1414.12            | Alkana C-H             |
|        | 1335.12            | Alkana C-H             |
|        | 1241.89            | Ester C-O              |
|        | 1207.74            | Ester C-O              |

| Sampel  | Wavenumber (cm-1 ) | Kelompok               |                        |
|---------|--------------------|------------------------|------------------------|
| B1      | 1150.05            | Ester C-O              |                        |
|         | 1102.80            | Ester C-O              |                        |
|         | 1077.23            | Ester C-O              |                        |
|         | 925.44             | Alkana C-H             |                        |
|         | 856.29             | Alkana C-H             |                        |
|         | 3281.04            | OH (senyawa hidroksil) |                        |
|         | 2924.43            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1642.00            | Karbonil C=O           |                        |
|         | 1411.29            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1336.28            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1241.68            | Ester C-O              |                        |
|         | 1207.49            | Ester C-O              |                        |
|         | 1148.62            | Ester C-O              |                        |
|         | 1077.39            | Ester C-O              |                        |
|         | 930.75             | Alkana C-H             |                        |
| C1      | 855.28             | Alkana C-H             |                        |
|         | 3279.70            | OH (senyawa hidroksil) |                        |
|         | 2925.68            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1642.65            | Karbonil C=O           |                        |
|         | 1411.24            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1365.68            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1335.32            | Alkana C-H             |                        |
|         | 1241.10            | Ester C-O              |                        |
|         | 1208.13            | Ester C-O              |                        |
|         | 1149.25            | Ester C-O              |                        |
|         | 1077.84            | Ester C-O              |                        |
|         | 929.10             | Alkana C-H             |                        |
|         | 854.64             | Alkana C-H             |                        |
|         | A2                 | 3281.49                | OH (senyawa hidroksil) |
|         |                    | 2926.26                | Alkana C-H             |
| 1639.48 |                    | Karbonil C=O           |                        |

| Sampel  | Wavenumber (cm-1 ) | Kelompok               |
|---------|--------------------|------------------------|
| B2      | 1593.42            | Tekuk -NH              |
|         | 1411.71            | Alkana C-H             |
|         | 1365.98            | Alkana C-H             |
|         | 1330.24            | Alkana C-H             |
|         | 1239.98            | Ester C-O              |
|         | 1209.12            | Ester C-O              |
|         | 1149.44            | Ester C-O              |
|         | 1104.26            | Ester C-O              |
|         | 1077.50            | Ester C-O              |
|         | 926.32             | Alkana C-H             |
|         | 853.08             | Alkana C-H             |
|         | 3304.66            | OH (senyawa hidroksil) |
|         | 2927.48            | Alkana C-H             |
|         | 1639.66            | Karbonil C=O           |
|         | 1593.54            | Tekuk -NH              |
|         | 1412.96            | Alkana C-H             |
|         | 1368.40            | Alkana C-H             |
|         | 1332.13            | Alkana C-H             |
|         | 1243.01            | Ester C-O              |
|         | 1209.58            | Ester C-O              |
| C2      | 1148.80            | Ester C-O              |
|         | 1076.61            | Ester C-O              |
|         | 930.98             | Alkana C-H             |
|         | 855.32             | Alkana C-H             |
|         | 3282.39            | OH (senyawa hidroksil) |
|         | 2925.22            | Alkana C-H             |
|         | 1639.28            | Karbonil C=O           |
|         | 1592.31            | Tekuk -NH              |
| 1412.71 | Alkana C-H         |                        |
| 1363.18 | Alkana C-H         |                        |
| 1330.22 | Alkana C-H         |                        |

| Sampel | Wavenumber (cm <sup>-1</sup> ) | Kelompok   |
|--------|--------------------------------|------------|
|        | 1239.98                        | Ester C-O  |
|        | 1209.11                        | Ester C-O  |
|        | 1149.44                        | Ester C-O  |
|        | 1104.26                        | Ester C-O  |
|        | 1077.30                        | Ester C-O  |
|        | 930.32                         | Alkana C-H |
|        | 853.00                         | Alkana C-H |

*Sumber : Hasil Analisa (2022)*

Berdasarkan hasil analisa diatas, dapat dilihat bahwa beberapa puncak serapan menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama dengan penyusunnya yaitu pati, gliserol maupun sorbitol, dan kitosan. Pada hasil analisa gugus fungsi sampel A1, di daerah frekuensi 3200-3600 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H alkohol yang berasal dari gliserol yaitu pada bilangan gelombang 3280.78 cm<sup>-1</sup>. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setyaningrum dkk., (2020), bahwa daerah frekuensi 3200-3600 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H (senyawa hidroksil). Kemudian, di daerah frekuensi 2850-2970 cm<sup>-1</sup>, terdapat pita serapan yang menunjukkan ikatan C-H pada bilangan gelombang 2928.18 cm<sup>-1</sup>. Pada daerah frekuensi 1630-1680 cm<sup>-1</sup>, terdapat pita serapan yang mengindikasikan adanya ikatan C=O yaitu pada bilangan gelombang 1649.91 cm<sup>-1</sup>. Pada daerah frekuensi 1050 cm<sup>-1</sup> – 1300 cm<sup>-1</sup> terdapat serapan yang menunjukkan daerah khas gugus C-O. Menurut Darni & Utami, (2010), adanya gugus C-O ester menunjukkan bahwa bioplastik dapat didegradasi. Hasil analisa pada sampel B1 dan C1, memiliki pola serapan yang sama dengan sampel A1, hanya berbeda sedikit pada nilai gelombangnya saja.

Pada hasil analisa gugus fungsi sampel A2, di daerah frekuensi 3200-3600 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H alkohol yaitu pada bilangan gelombang 3281.49 cm<sup>-1</sup>. Kemudian, di daerah frekuensi 2850-2970 cm<sup>-1</sup>, terdapat pita serapan yang menunjukkan ikatan C-H pada bilangan gelombang 2926.26 cm<sup>-1</sup>. Pada daerah frekuensi 1630-1680 cm<sup>-1</sup>, terdapat pita serapan khas yang mengindikasikan adanya ikatan C=O yaitu pada

bilangan gelombang  $1639.48 \text{ cm}^{-1}$ . Selain itu, terjadi tumpang tindih antara gugus C=O dengan tekuk -NH pada bilangan gelombang  $1593.42 \text{ cm}^{-1}$ . Ikatan ini hanya muncul pada bioplastik dengan penambahan kitosan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sari dkk., (2022), bahwa gugus amina (N-H) pada rentang bilangan gelombang  $1640 \text{ cm}^{-1}$  -  $1550 \text{ cm}^{-1}$ , terdapat pada bioplastik dengan penambahan kitosan. Pada daerah frekuensi  $1050 \text{ cm}^{-1}$  -  $1300 \text{ cm}^{-1}$  juga terdapat serapan yang menunjukkan daerah khas gugus C-O. Untuk hasil analisa pada sampel B2 dan C2, memiliki pola serapan yang sama dengan sampel A2, hanya berbeda sedikit pada nilai gelombangnya saja.

Berdasarkan hasil analisa tersebut, masing-masing komponen pada bioplastik memiliki gugus fungsi yang sama dengan komponen penyusunnya yaitu O-H, C-H, N-H, dan C-O, sehingga pada pembuatan bioplastik ini tidak terdapat gugus fungsi baru yang dihasilkan. Oleh karena itu, pada proses pembuatan bioplastik merupakan proses pencampuran secara fisika tanpa adanya reaksi pada bahan penyusun, sehingga bioplastik yang dihasilkan masih memiliki sifat-sifat seperti penyusunnya, yaitu plastis dan dapat terurai.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang dengan variasi jenis *plasticizer* dan kitosan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

- a. Bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang Raja Bulu ini memiliki karakteristik mekanik yang berbeda-beda. Bioplastik dengan *plasticizer* gliserol memiliki nilai kuat tarik sebesar 1,9 Mpa (tanpa kitosan) dan 2,99 Mpa (dengan kitosan), nilai elongasi sebesar 64,22% (tanpa kitosan) dan 43,29% (dengan kitosan), nilai daya serap air sebesar 87,3% (tanpa kitosan) dan 43,4% (dengan kitosan). Bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol memiliki nilai kuat tarik sebesar 15,79 Mpa (tanpa kitosan) dan 21,17 Mpa (dengan kitosan), nilai elongasi sebesar 22,74% (tanpa kitosan) dan 12,62% (dengan kitosan), nilai daya serap air sebesar 120,2% (tanpa kitosan) dan 77,1% (dengan kitosan). Bioplastik dengan *plasticizer* campuran gliserol + sorbitol memiliki nilai kuat tarik sebesar 4,04 Mpa (tanpa kitosan) dan 6,27 Mpa (dengan kitosan), nilai elongasi sebesar 44,95% (tanpa kitosan) dan 37,38% (dengan kitosan), nilai daya serap air sebesar 102,7% (tanpa kitosan) dan 66,6% (dengan kitosan).
- b. Bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang dapat terurai secara sempurna dalam waktu 14-15 hari tanpa kitosan dan 19-20 hari dengan penambahan kitosan.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang pemanfaatan pati limbah kulit pisang Raja Bulu sebagai pembuatan bioplastik dengan variasi *plasticizer* dan kitosan, terdapat beberapa saran yang perlu dilakukan:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki sifat mekanik dan fisik yang memenuhi standar plastik konvensional pada umumnya.

2. Mencari alternatif bahan aditif lainnya yang dapat memperbaiki sifat mekanik dan fisik serta tidak menimbulkan bau yang asam.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, M. W. (2015). Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Terhadap Kualitas Ledre [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.
- Akbar, F., Zulisma Anita, & Hamidah Harahap. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 2(2).  
<https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1431>
- Alam, M. N., Halid, T., & Illing, I. (2018). Efek Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Fisika Kimia Bioplastik Pati Batang Kelapa Sawit. *Indonesian Journal Of Fundamental Sciences*, 4(1).
- Alcivar-Gavilanes, M. G., Carrillo-Anchundia, K. L., & Riera, M. A. (2022). Development Of A Bioplastic From Banana Peel. *Ingeniería E Investigación*, 42(3), 7.
- Anggono, Y. P. (2020). Pengaruh Penahanan Temperatur Dan Katalis Zeolit Alam Pada Proses Pirolisis Plastik Polyethylene Terephthalate Dan Polypropylene [Skripsi]. Universitas Jember.
- ASTM International. (2010a). Test Method For Tensile Properties Of Thin Plastic Sheeting. <https://doi.org/10.1520/d0882-10>
- ASTM International. (2010b). Test Method For Water Absorption Of Plastics. <https://doi.org/10.1520/d0570-98r10e01>
- Azieyanti, N. A., Amirul, A., Othman, S. Z., & Misran, H. (2020). Mechanical And Morphology Studies Of Bioplastic-Based Banana Peels. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1529(3), 032091.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/3/032091>
- Azizaturrohmah. (2019). Perbandingan Plasticizer Gliserol Dan Sorbitol Pada Bioplastik Pati Sagu (Metroxylon Sp.) Dengan Penambahan Minyak Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis L.*) Sebagai Antioksidan [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Chapain, K., Shah, S., Shrestha, B., Joshi, R., Raut, N., & Pandit, R. (2021). Effect Of Plasticizers On The Physicochemical Properties Of Bioplastic

- Extracted From Banana Peels. *Journal Of Institute Of Science And Technology*, 26(2), 61–66. <https://doi.org/10.3126/jist.v26i2.41423>
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 9.
- Darni, Y., & Utami, H. (2010). Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 7(4), 88–93.
- Elisusanti, Lling, I., & Alam, M. N. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Kepok/Selulosa Serbuk Kayu Gergaji. *Cokroaminoto Journal Of Chemical Science*, 1(1), 5.
- Fahnur, M. (2017). Pembuatan, Uji Ketahanan Dan Struktur Mikro Plastik Biodegradable Dengan Variasi Kitosan Dan Konsentrasi Pati Biji Nangka [Skripsi]. UIN Alauddin Makassar.
- Fardhyanti, D. S., & Julianur, S. S. (2015). Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 6. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4127>
- Hamka. (1989). Tafsir Al-Azhar (2 Ed.). Pustaka Nasional Pte Ltd.
- Hartatik, Y. D., Nuriyah, L., & Iswarin. (2014). Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradable Bioplastik. Universitas Brawijaya.
- Hayati, K., Setyaningrum, C. C., & Fatimah, S. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Limbah Nata De Coco Dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 4(1), 6.
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., & Ardiani, A. (2015). Aplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film Dari Nata De Cassava. *Reaktor*, 15(3), 195. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.3.195-203>
- Huzaisham, N. A., & Marsi, N. (2020). Utilization Of Banana (*Musa paradisiaca*) Peel As Bioplastic For Planting Bag Application. *International Journal Of Advanced Research In Engineering And Technology (Ijaret)*, 11(4), 11.

- Jabbar, U. F. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum. L*) [Skripsi]. UIN Alauddin Makassar.
- Junetty, R. (2008). Penggunaan Pati Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca L.*) Sebagai Bahan Penghancur Pada Tablet Alopurinol Secara Granulasi Basah [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential Of Sago And Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic In Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2019, September). Bumi Dalam Kantong Plastik. *Media Keuangan*, Xiv(144), 30.
- Krisna, D. D. A. (2011). Pengaruh Regelatinasi Dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp.*) [Skripsi]. Universitas Diponegoro.
- Krisnadi, R., Handarni, Y., & Udyani, K. (2019). Pengaruh Jenis Plasticizer Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Bekatul Padi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019*, 6.
- Kristiani, M. (2015). Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bioplastik Dari Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*) [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Laila, N. K. (2014). Potensi Membran Berbasis Kitosan Dengan Variasi Komposisi Plasticizer Sebagai Material Biosensor Rasa Asin [Skripsi]. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Lestari, H. D. (2017). Aktivitas Antioksidan Dan Uji Organoleptik Minuman Herbal Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. var sapientum*) Pada Suhu Pengeringan Berbeda Sebagai Sumber Belajar Biologi [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Lubis, A. R., Lubis, M. I. M., Riza, M., & Rosnelly, C. M. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Kulit Pisang Raja Dengan Gliserol Dan Minyak Sereh. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (Jirl)*, 2(3), 5.

- Lutfi, M., Sr, A. R. A., Sutan, S. M., & Djoyowasito, G. (2019). Pengaruh Waktu Dan Suhu Pengeringan Terhadap Kandungan Pati Pada Pembuatan Bubuk Umbi Talas (*Colocasia esculenta L. schott*) Untuk Bioplastik. *Rona Teknik Pertanian*, 12(1), 39–49. <https://doi.org/10.17969/rtp.v12i1.13003>
- Maghfur, M. I. (2015). Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Dari Limbah Kulit Udang, Lidah Buaya Dan Sorbitol Sebagai Alternatif Pengemas Makanan [Skripsi]. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Maladi, I. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) Dengan Penguat Selulosa Jerami Padi, Polivinil Alkohol Dan Bio-Compatible Zink Oksida [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah.
- Martunis. (2012). Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3).
- Maslahah, N. U., & Sedyadi, E. (2020). Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut Dengan Filler Zno Dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal Of Halal Science*, 001(02), 7.
- Melani, A., Putri, D., & Robiah. (2019). Bioplastik Dari Pati Kulit Pisang Raja Dengan Berbagai Bahan Perekat. *Jurnal Distilasi*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.32502/jd.v4i2.2208>
- Muhammad, M., Ridara, R., & Masrullita, M. (2021). Sintesis Bioplastik Dari Pati Biji Alpukat Dengan Bahan Pengisi Kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3340>
- Musita, N. (2009). Kajian Kandungan Dan Karakteristik Pati Resisten Dari Berbagai Varietas Pisang. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 14(1), 12.
- Nahwi, N. F. (2016). Analisis Pengaruh Penambahan Plastisizer Gliserol Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Raja, Tongkol Jagung Dan Bonggol Enceng Gondok [Skripsi]. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Ningsih, E. P., & Ariyani, D. (2019). Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas L.*). *Indo. J. Chem. Res*, 7(1), 77–85.



- Ningsih, S. H. (2015). Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey Dan Agar [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Novitalia. (2020). Keanekaragaman Varietas Buah Pisang (*Musa sp.*) Di Kecamatan Pasrujambe Kabupaten Lumajang Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer [Skripsi]. Universitas Jember.
- Nur, R. A., Nazir, N., & Taib, G. (2020). Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Durian Dan Pati Singkong Yang Menggunakan Bahan Pengisi Mcc (*Microcrystalline cellulose*) Dari Kulit Kakao. *Gema Agro*, 25(1), 10.
- Nurhalima. (2015). Uji Kualitas Fisis Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif [Skripsi]. UIN Alauddin Makassar.
- Okunola A, A., Kehinde I, O., Oluwaseun, A., & Olufiropo E, A. (2019). Public And Environmental Health Effects Of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal Of Toxicology And Risk Assessment*, 5(2). <https://doi.org/10.23937/2572-4061.1510021>
- Perdana, Y. A. (2016). Perbandingan Penambahan Plasticizer Gliserol, Sorbitol Terhadap Biodegradasi Dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*) – Pati Onggok Singkong [Skripsi]. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Pilla, S. (Ed.). (2011). Handbook Of Bioplastics And Biocomposites Engineering Applications: Pilla/Handbook. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118203699>
- Poerba, Y. S., Martanti, D., Handayani, T., Herlina, & Witjaksono. (2016). Katalog Pisang Koleksi Kebun Plasma Nutfah Pisang. Lipi Press.
- Polnaya, F. J., Breemer, R., & Augustyn, G. H. (2015). Karakteristik Sifat-Sifat Fisiko-Kimia Pati Ubi Jalar, Ubi Kayu, Keladi Dan Sagu. *Agrinimal*, 5(1), 7.
- Pujawati, D., Hartiati, A., & Suwariani, N. P. (2021). Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Ubi Talas-Karagenan Pada Variasi Suhu Dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3).

- Purba, D. M., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2019). Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Bioplastik Maizena. *Iptekma*, 67. <https://doi.org/10.24843/iptekma.2019.v08.i02.p02>
- Purbasari, A., Wulandari, A. A., & Marasabessy, F. M. (2020). Sifat Mekanis Dan Fisis Bioplastik Dari Limbah Kulit Pisang: Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Pemplastis. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 66. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i2.5872>
- Purwoko. (2012). Analisis Efektivitas Pengenaan Cukai Atas Produk Kantong Plastik Dan Dampaknya Terhadap Perekonomian. *Kajian Ekonomi Dan Keuangan*, 16.
- Pusat Data Dan Informasi Pertanian. (2021). Buletin Konsumsi Pangan Tahun 2021. <https://epublikasi.pertanian.go.id/arsip-buletin/53-buletin-konsumsi/772-buku-buletin-konsumsi-pangan-semester-i-2021>
- Ramadhan, M. O., & Handayani, M. N. (2020). The Potential Of Food Waste As Bioplastic Material To Promote Environmental Sustainability: A Review. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 980(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/980/1/012082>
- Ramadhani, A. A. (2021). Karakterisasi Bioplastik Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) Dengan Penambahan Kitosan Sisik Bandeng [Skripsi]. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Riandini, E., Astuti, R. R. S., & Setiawan, M. R. (2021). Jenis-Jenis Pisang (*Musaceae*) Di Kecamatan Curup Tengah Kabupaten Rejang Lebong. *Jurnal Biologica Samudra*, 3(1), 11.
- Ritonga, F. S. (2018). Bioplastik Dari Pati Biji Durian Berpengisi Kitosan (Menggunakan Pelarut Asam Format Dan Plasticizer Gliserol) Sebagai Plastik Pengemas Minyak [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Santoso, R. A., & Atma, Y. (2020). Physical Properties Of Edible Films From Pangasius Catfish Bone Gelatin-Breadfruits Strach With Different Formulations. *Indonesian Food Science & Technology Journal*, 3(2), 42–47. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v3i2.9498>
- Saputri, W. T. S., & Nugraha, I. (2019). Pengaruh Penambahan Montmorillonit Terhadap Interaksi Kimia Dan Sifat Barrier Komposit Edible Film

- Xanthan Gum-Montmorillonit. *Indonesian Of Journal Materials Chemistry*, 2(1), 25–30.
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Synthesis And Characterization Of Bioplastic From Chitosan-Ganyong Starch (*Canna edulis*). *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8526>
- Sari, N. I., Syahrir, M., & Pratiwi, D. E. (2022). Pengaruh Penambahan Filler Kitosan Dan CaCO<sub>3</sub> Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Umbi Gadung (*Dioscorea hispida densst*). *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), 78. <https://doi.org/10.35580/chemica.v23i1.33919>
- Setyaningrum, C. C., Hayati, K., & Fatimah, S. (2020). Optimasi Penambahan Gliserol Sebagai Plasticizer Pada Sintesis Plastik Biodegradable Dari Limbah Nata De Coco Dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 96. <https://doi.org/10.33795/Jtkl.V4i2.140>
- Shah, M., Rajhans, S., Pandya, H. A., & Mankad, A. U. (2021). Bioplastic For Future: A Review Then And Now. *World Journal Of Advanced Research And Reviews*, 9(2), 056–067. <https://doi.org/10.30574/Wjarr.2021.9.2.0054>
- Sitompul, A. J. W. S., & Zubaidah, E. (2017). Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(1), 13–25.
- Stephen, E. C., & Temitope, D. F. (2018). Trends On Bio-Synthesis Of Plastics. *Advances In Biotechnology*, 10(5), 10.
- Suminto, S. (2017). Ecobrick: Solusi Cerdas Dan Kreatif Untuk Mengatasi Sampah Plastik. *Productum Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.24821/Productum.V3i1.1735>
- Suryani, R. R. (2021). Pemanfaatan Protein Ampas Tahu Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik (*Plastic Biodegradable*) [Skripsi]. UIN Sunan Ampel Surabaya.

- Syura, I. (2020). Pembuatan Dan Karakterisasi Film Bioplastik Pati Porang (*Amorphophallus, sp*) Dan Kitosan Dengan Plasticizer Sorbitol [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Utomo, A. W., Argo, B. D., & Hermanto, Mo. B. (2013). Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe vera*)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 8.
- Wardi, E. S., & Fendri, S. T. J. (2018). Pembuatan Nata Dari Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca L.*). *Chempublish Journal*, 3(1), 44–49. <https://doi.org/10.22437/Chp.V3i1.4922>
- Wati, R. I. (2020). Uji Kemampuan Biodegradasi Sampah Plastik Polyethylene (PE) Oleh Bakteri Pendegradasi Plastik Yang Diisolasi Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jabon Sidoarjo [Skripsi]. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Widodo, L. U., Wati, S. N., & Vivi A.P, N. M. (2019). Pembuatan Edible Film Dari Labu Kuning Dan Kitosan Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 57–65. <https://doi.org/10.33005/Jtp.V13i1.1511>
- Widyatmoko, H., Subagio, A., & Nurhayati, N. (2018). Sifat-Sifat Fisikokimia Pati Ubi Kayu Terfermentasi Khamir Indigenus Tapai. *Agritech*, 38(2), 140. <https://doi.org/10.22146/Agritech.26323>
- Wijayanti, K. P., Dermawan, N., Faisah, S. N., Prayogi, V., Nugraha, T., & Listyorini, N. T. (2016). Bio-Degradeable Bioplastics Sebagai Plastik Ramah Lingkungan. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal Of Technology*, 2, 24.
- Yani, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kerupuk, Daya Terima Dan Kandungan Zat Gizinya [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Yuliandari, A. D. (2019). Pengaruh Perendaman Larutan Anti Pencokelatan Natrium Metabisulfit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) Terhadap Kandungan Proksimat Dan Kesukaan Panelis Pada Tepung Kulit Pisang [Skripsi]. Universitas Sanata Dharma.

Zahra, N. Q., Finadzir, R. F., & Yulistiani, F. (2020). Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Karakteristik Daya Serap Air Edible Film Dari Pektin Kulit Pisang. *Fluida*, 13(2), 54–58. <https://doi.org/10.35313/Fluida.V13i2.2244>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A