

**SKRIPSI**

**KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI JAGUNG/FRUKTOSA  
SEBAGAI PEMLASTIS DAN TiO<sub>2</sub> SEBAGAI PENGISI**

**Disusun dan diajukan oleh**

**NOVIA PUTRI SAFIRA**

**H021201011**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI JAGUNG/FRUKTOSA  
SEBAGAI PEMLASTIS DAN TiO<sub>2</sub> SEBAGAI PENGISI**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

**NOVIA PUTRI SAFIRA**

**H021 20 1011**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI JAGUNG/FRUKTOSA  
SEBAGAI PEMLASTIS DAN TiO<sub>2</sub> SEBAGAI PENGISI**

**Disusun dan diajukan oleh:**

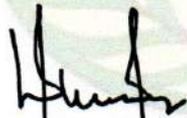
**NOVIA PUTRI SAFIRA**

**H021201011**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si.

NIP. 19750907 200003 1 006

Pembimbing Pertama,



Heryanto, S.Si., M.Si.

NIP. 19911129 202005 3 001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T.

NIP. 19670520 199403 1 002



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novia Putri Safira  
NIM : H021201011  
Program Studi : Fisika  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI JAGUNG/FRUKTOSA SEBAGAI PEMLASTIS DAN TiO<sub>2</sub> SEBAGAI PENGISI**

merupakan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 September 2024

Yang Menyatakan



*Novia Putri Safira*  
Novia Putri Safira  
H021201011

## ABSTRAK

Telah dikembangkan bioplastik ramah lingkungan yang terbuat dari pati jagung dengan penambahan konsentrasi fruktosa dan variasi titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ). Penelitian ini menganalisis pengaruh konsentrasi fruktosa dan variasi  $\text{TiO}_2$  pada sifat fisik, termal, dan nutrisi dari bioplastik tersebut. Tiga sampel bioplastik yang berbeda disintesis dan dikarakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), pengujian mekanik, penilaian biodegradabilitas, pengujian ketahanan air, dan analisis konsentrasi nutrisi. Analisis XRD menunjukkan pergeseran yang disebabkan oleh  $\text{TiO}_2$  pada puncak difraksi yang memengaruhi ukuran kristal, dengan ukuran terkecil teramati pada sampel (II)  $\text{TiO}_2$  0,1 g, yaitu 12,54 nm. Analisis FTIR dari bioplastik pati jagung pada setiap sampel menunjukkan pergeseran ringan dalam peregangan kelompok -OH, dengan keseluruhan kemiripan kurva menunjukkan konsistensi dalam komposisi unsur berdasarkan struktur pati pada setiap sampel. Sifat mekanik bioplastik pada sampel (I) tanpa  $\text{TiO}_2$  menunjukkan modulus Young dan kekuatan tarik tertinggi (1,02593 MPa dan 0,1345 MPa). Biodegradasi bioplastik pati jagung dalam tanah menunjukkan degradasi signifikan (sekitar 80%) setelah 28 hari, disebabkan oleh kelembaban dan mikroorganisme tanah. Berdasarkan pengamatan selama 6 hari, sampel II tidak mengalami peluruhan, berbeda dengan kontrol, sampel I, dan sampel III. Analisis ketahanan air bioplastik berbasis pati jagung menunjukkan persentase tertinggi (66,66%) setelah 120 detik pada sampel II  $\text{TiO}_2$  0,1 g, menyoroti pengaruh kandungan  $\text{TiO}_2$  pada sifat penyerapan air. Analisis konsentrasi nutrisi pada tanaman kacang hijau menunjukkan peningkatan kandungan kalsium, kalium, dan besi dengan adanya  $\text{TiO}_2$ , dengan sampel (II)  $\text{TiO}_2$  0,1g signifikan lebih tinggi dalam Ca (2,15%), K (1,99%), dan Fe (424,46 ppm) dibandingkan dengan kontrol dan sampel (III)  $\text{TiO}_2$  0,5g.

**Kata Kunci:** *Bioplastik, Pati Jagung, Fruktosa, Titanium Dioksida, Nutrisi Tanaman, Pembungkus Makanan*

## ABSTRACT

An environmentally friendly bioplastic made from corn starch with the addition of fructose concentration and variations of titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) has been developed. This research investigates the influence of fructose concentration and  $\text{TiO}_2$  variations on the physical, thermal, and nutrition-related properties of the bioplastic. Three different bioplastic samples were synthesized and characterized using X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), mechanical testing, biodegradability assessment, water resistance testing, and nutrient concentration analysis. XRD analysis indicates shifts caused by  $\text{TiO}_2$  on diffraction peaks affecting crystal size, with the smallest size observed in sample (II)  $\text{TiO}_2$  0.1 g, namely 12.54 nm. FTIR analysis of corn starch bioplastic in each sample shows slight shifts in the stretching of -OH groups, with overall curve similarity indicating consistency in element composition based on starch structure in each sample. The mechanical properties of bioplastic in sample (I) without  $\text{TiO}_2$  exhibit the highest Young's modulus and tensile strength (1.02593 MPa and 0.1345 MPa). Biodegradation of corn starch bioplastic in soil shows significant degradation (around 80%) after 28 days, caused by moisture and soil microorganisms. Based on observations over 6 days, sample II did not undergo decay, unlike the control, sample I, and sample III. It found that, water resistance analysis of corn starch-based bioplastic indicates the highest percentage (66.66%) after 120 seconds in sample II  $\text{TiO}_2$  0.1 g, highlighting the influence of  $\text{TiO}_2$  content on water absorption properties. Nutrient concentration analysis in mung bean plants shows an increase in calcium, potassium, and iron content with  $\text{TiO}_2$ , with sample (II)  $\text{TiO}_2$  0.1g significantly higher in Ca (2.15%), K (1.99%), and Fe (424.46 ppm) compared to the control and sample (III)  $\text{TiO}_2$  0.5g.

**Keywords:** *Bioplastic, Corn Starch, Fructose, Titanium Dioxide, Nutrient Plants, food packaging*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh*

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, yang telah memberikan rahmat melimpah dan kesehatan, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi Bioplastik dari Pati Jagung/Fruktosa Sebagai Pemplastis dan TiO<sub>2</sub> Sebagai Pengisi”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Departemen Fisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam pengerjaan skripsi penulis telah mengalami berbagai hambatan mulai dari tahap awal penelitian sampai akhir penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis sadar betul bahwa karya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Namun, berkat kehendak-Nya serta bantuan, bimbingan, nasehat dan dukungan yang tulus dari berbagai pihak, penulis tetap termotivasi dan penuh semangat untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orangtua tercinta, Bapak **Drs. Muhammad Syahrir, M.T** dan Ibu **Wardawati** yang selalu mendoakan, memberi semangat, kasih sayang, dan nasehat baik secara moral maupun material kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keberkahan, dan meridhoi penulis untuk selalu membahagiakan dan membanggakan beliau.
2. **Prof. Dr. Dahlang Tahir, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak **Heryanto, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, serta pemikirannya untuk penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga Prof dan Bapak selalu diberi kesehatan oleh Allah SWT.
3. **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA.** dan **Bannu, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan saran, diskusi, dan ilmu untuk menjadikan skripsi ini lebih baik. Semoga Ibu dan Bapak selalu diberi kesehatan oleh Allah SWT.
4. Ibu/Bapak **Dosen Pengajar** yang telah senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat dan menjadi bekal penulis untuk masa depan, dan Staf

Departemen Fisika **Pak Syukur, Bu Rana** dan **Bu Evi** yang selalu membantu penulis selama proses administrasi di kampus.

5. Kakak **Arafah Nurfadillah, S.Si., M.Kes** dan **Intansari Nurislamiah, S.S., M.Hum** yang telah memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
6. Auntynya Malika, **Nanda, Andani, Fatma, Asti, Tasya, Inung,** dan **Waode** terima kasih telah menjadi rumah bagi penulis, yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan saran yang berharga, dan menjadi bagian penting dalam pencapaian tugas akhir ini. Sehat-sehat teruski' cantiiiiii
7. *Partner* seperjuangan, **Fatma Syam**, yang selalu kebersamai penulis, baik saat menjalani perkuliahan, hingga menyelesaikan tugas akhir, dan banyak hal lainnya. Terima kasih sudah menemani dan mendukung penulis hingga kita bisa menyandang gelar Sarjana bersama.
8. Sahabat Nongki tercinta, **Dila** dan **Sri** yang selalu kebersamai penulis, memberikan keceriaan dan dukungan, sekaligus sobat *healing* yang selalu gasss. Penulis ucapkan banyak terimakasih, dan lope sekebon xixixi.
9. **Kak Roni, Kak Inayah, Kak Sire', Kak Azlan, Kak Asira,** dan **Kak Syarif** yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
10. Teman seperjuangan di Laboratorium Material dan Energi, **Sobat Biokeramik, Sobat Akustik,** dan **Novra** terima kasih sudah menemani dan mendukung penulis selama melakukan preparasi sampel di Laboratorium.
11. Teman-teman Fisika 2020, **Abe** dan **Cintanya, Pryandi, Putri, Pikhah, Bayu, Andrianus, Husain, Paye** dan semua teman lainnya yang telah bersama-sama menghadapi segala lika-liku perkuliahan. Penulis sangat berterima kasih atas segala dukungan dan bantuan kalian.
12. Sobat seperjuangan Ramsis, **Eka, Eva, Uni, Jenella,** dan **Epi**, terimakasih telah kebersamai penulis dalam suka maupun duka. Penulis sangat berterima kasih atas segala dukungan dan bantuan kalian.
13. Teman-teman KKN Posko 7 Sambal Ikan Asap 109, **Ani, Ima, Kak Sabel, Kak Arip, Kak Dian,** dan **Kak Rifqy** terima kasih atas keceriaan, persahabatan dan dukungannya dalam perjalanan penulis.

14. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas segala dukungan, partisipasi, dan apresiasinya yang diberikan kepada penulis.

Harapan dari penulis hasil penelitian yang telah dilakukan semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam skripsi. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi berkah.

Makassar, 15 Maret 2024



Novia Putri Safira

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
II.1 Jagung <i>Zea mays</i> L. ....	4
II.2 Pati .....	5
II.3 Fruktosa .....	5
II.4 Titanium Dioksida.....	6
II.5 Bioplastik.....	6
II.6 Kacang Hijau <i>Vigna Radiata</i> L.....	7
II.7 Zat Besi, Kalium, dan Kalsium.....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	10
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	10
III.2 Alat dan Bahan .....	10
III.2.1 Alat.....	10
III.2.2 Bahan .....	10
III.3 Prosedur Penelitian.....	11
III.3.1 Pembuatan Bioplastik Pati Jagung.....	11
III.3 Karakterisasi Bioplastik.....	11
III.3.1 Uji <i>X-Ray Diffraction</i> .....	11
III.3.2 Uji <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	12
III.3.3 Uji Daya Serap Air.....	12
III.3.4 Uji Biodegradabilitas.....	12
III.3.5 Uji Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ) .....	13
III.3.6 Perkecambahan Benih dan Budidaya Tanaman.....	13
III.3.7 Uji Nutrisi .....	13
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
IV.1 Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	16

IV.2 Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	18
IV.3 Uji kekuatan tarik .....	20
IV.4 Daya Serap Air.....	21
IV.5 Biodegradasi .....	22
IV.6 Implementasi Bioplastik .....	23
IV.7 Uji Nutrisi .....	25
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	27
V.1 Kesimpulan .....	27
V.2 Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	28
<b>LAMPIRAN</b> .....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Analisis ukuran kristal bioplastik pati jagung.....	18
<b>Tabel 4. 2</b> Gugus fungsi yang terdapat dalam bioplastik pati jagung.....	19
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil dari degradasi dalam tanah bioplastik pati jagung .....	22

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Tanaman Jagung ( <i>Zea Mays L.</i> ) .....	4
<b>Gambar 2. 2</b> Pati Jagung.....	5
<b>Gambar 2. 3</b> Kacang Hijau <i>V. radiata L.</i> [50] .....	8
<b>Gambar 4. 1</b> Bioplastik dengan konsentrasi fruktosa dan variasi TiO <sub>2</sub> .....	16
<b>Gambar 4. 2</b> Spektrum XRD dari bioplastik pati jagung. ....	16
<b>Gambar 4. 3</b> Spektrum FTIR dari bioplastik pati jagung .....	18
<b>Gambar 4. 4</b> Diagram modulus young, tensile strength, dan elongation at break bioplastik dari pati jagung.....	20
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik ketahanan terhadap air dari bioplastik pati jagung .....	21
<b>Gambar 4. 6</b> Diagram biodegradasi dari bioplastik pati jagung .....	22
<b>Gambar 4. 7</b> Implementasi bioplastik sebagai kemasan (a) tampilan awal buah anggur yang dibungkus bioplastik (b) setelah 6 hari .....	23
<b>Gambar 4. 8</b> Pertumbuhan tanaman kacang hijau vigna radiata L. (a) pekan pertama (b) pekan kedua (c) pekan ketiga (d) pekan keempat.....	24
<b>Gambar 4. 9</b> Diagram kandungan unsur hara pada daun tanaman kacang hijau ( <i>vigna radiata L.</i> ).....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Prosedur Penelitian .....	38
<b>Lampiran 2</b> Analisis Data.....	38
<b>Lampiran 3</b> Hasil Perhitungan ukuran kristal pada Bioplastik.....	40
<b>Lampiran 4</b> Hasil Perhitungan Uji biodegradasi Bioplastik.....	40
<b>Lampiran 5</b> Hasil Perhitungan Uji Ketahanan Terhadap Air pada Bioplastik.....	42
<b>Lampiran 6</b> Hasil pengukuran Panjang Daun, Lebar Daun, dan Tinggi dari tanaman kacang hijau.....	43

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Plastik adalah pilihan ideal untuk keperluan sekali pakai karena memiliki biaya yang rendah, kompatibilitas dengan lingkungan hidup, serbaguna, dan bobot yang ringan [1]. Tetapi plastik terbuat dari bahan polimer sintetik yang berasal dari petrokimia yang sulit terdegradasi, berbahaya bagi sistem alam dan pertanian serta kesehatan manusia [2]. Dalam 72 tahun terakhir, produksi plastik di seluruh dunia terus meningkat drastis, mulai dari 2 juta ton pada tahun 1950 hingga mencapai 390,7 juta ton pada tahun 2022. Proyeksi untuk akhir tahun 2050 menunjukkan estimasi produksi global plastik yang mencapai 26 miliar ton [3]. Menumpuknya sampah plastik sangat mengganggu sirkulasi udara ke tanah, karena pada umumnya bahan plastik bersifat *barrier* yang tinggi terhadap permeabilitas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> [4]. Polusi plastik merupakan isu dunia yang krusial karena semakin melebarnya dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan salah satunya perubahan iklim [2], [5].

Prioritas utama global saat ini adalah *Sustainable development*, namun salah satu faktor penghambat adalah meningkatnya limbah sampah plastik yang dibuang ke lingkungan [6]. Hal tersebut mendorong para peneliti mencari bahan polimer baru yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan seperti bioplastik [2], [4], [6]. Pembuatan bioplastik dan biokomposit telah menjadi subjek penelitian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Karena potensinya, bioplastik dapat menggantikan plastik petrokimia dalam berbagai aplikasi domestik dan komersial [7]. Bioplastik berasal dari sumber daya terbarukan, berperan penting dalam mengatasi permasalahan terkait menipisnya cadangan minyak bumi dan limbah plastik [4]. Bioplastik biasanya terbuat dari tumbuhan atau biomassa terbarukan seperti pati, minyak nabati, limbah buah, lignin, selulosa, dan yang berasal dari hewan yaitu protein dan lipid [4], [8]. Beberapa tahun terakhir, pati banyak digunakan dalam pemroduksian bioplastik karena harganya yang relatif murah dan tingkat biodegradabilitasnya yang tinggi [8], [9]. Namun, pati memiliki

kelemahan yaitu sifat mekanik yang rendah dan penyerapan kelembabannya yang tinggi. Alternatif dari permasalahan tersebut, pada pembuatan bioplastik diperlukan tambahan pengisi dan pemlastis untuk memperbaiki sifat mekanik dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik.

Pemlastis berperan melemahkan daya tarik ikatan hidrogen amilosa dan amilopektin pada jaringan pati. Selain itu juga dapat meningkatkan tingkat mobilitas rantai makromolekul polimer, mengurangi suhu transisi gas, dan meningkatkan fleksibilitas dan kekakuan film pati jagung [8]. Beberapa jenis *plasticizer* yang sering digunakan diantaranya fruktosa, sorbitol, urea, gliserol dan lain sebagainya [10]. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian terhadap berbagai *plasticizer* untuk pati jagung. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan *fructose* sebagai *plasticizer* mendapatkan hasil terbaik dan mencapai kinerja mekanik yang tertinggi dibandingkan dengan *plasticizer* lainnya [8]. Tambahan penguat sangat penting untuk mengetahui bagaimana perkembangan dari bioplastik [4]. Sebagian besar bioplastik menggunakan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) sebagai *filler*, karena dapat menunjukkan sifat fotokatalitik atau antibakteri yang baik dan aman.

$\text{TiO}_2$  mampu menyerap sinar ultraviolet (UV) dan memiliki transparansi film komposit yang edibel [11].  $\text{TiO}_2$  diaplikasikan sebagai zat aditif pewarna makanan, karena tidak bereaksi atau terpengaruh dengan zat lain secara kimia.  $\text{TiO}_2$  berpotensi melawan berbagai macam mikroba yang dapat digunakan sebagai penghambat pembusukan makanan dan memperpanjang jangka waktu penyimpanan [12]. Selain sebagai *filler* pada bioplastik,  $\text{TiO}_2$  sebagai *nanoparticles* (NPs) berperan di bidang *agriculture* sebagai *fertilizer*. NPs  $\text{TiO}_2$  dalam pengaplikasiannya berpotensi meningkatkan kualitas nutrisi pada tanaman/sayuran, tergantung pada dosisnya [13], [14]. Telah dibahas dalam penelitian sebelumnya Alharby dkk., 2021 terhadap pertumbuhan suatu tanaman, menunjukkan bahwa NPs  $\text{TiO}_2$  dapat meningkatkan kandungan klorofil, pertumbuhan, dan nutrisi pada tanaman [15].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi fruktosa dan variasi  $\text{TiO}_2$  terhadap sifat fisik dan termal

bioplastik sebagai kemasan makanan, serta menganalisis pengaruh bioplastik bekas pakai yang dibuang ke lingkungan terhadap pertumbuhan dan nutrisi suatu tanaman.

### **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi fruktosa dan variasi  $\text{TiO}_2$  terhadap sifat fisik pada bioplastik sebagai kemasan makanan?
2. Bagaimana pengaruh bioplastik bekas pakai yang dibuang ke lingkungan terhadap pertumbuhan dan nutrisi suatu tanaman?

### **I.3 Tujuan**

1. Untuk menganalisis pengaruh konsentrasi fruktosa dan variasi  $\text{TiO}_2$  terhadap sifat fisik pada bioplastik sebagai kemasan makanan.
2. Untuk menganalisis pengaruh bioplastik bekas pakai yang dibuang ke lingkungan terhadap pertumbuhan dan nutrisi suatu tanaman.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Jagung *Zea mays* L.**

Jagung menjadi salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan karena dianggap kaya akan serat [10]. Jagung merupakan tanaman biji-bijian serbaguna yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk, seperti tepung jagung, sirup jagung, dan etanol [16]. Jagung, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Zea mays* L., termasuk dalam keluarga rumput poaceae, adalah tanaman biji-bijian terpenting dengan jumlah tanaman terbesar ketiga di dunia [17], [18]. Pati jagung terdiri dari sekitar 70% massa biji jagung. Rasio amilosa terhadap amilopektin dalam pati jagung merupakan faktor penentu yang mempengaruhi fisikokimia dan karakteristiknya [19].

#### **Taksonomi dan Morfologi Tanaman Jagung [18]**

Klasifikasi dari tumbuhan jagung adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Monocotyledone  
Ordo : Poales  
Famili : Poaceae  
Genus : *Zea*  
Spesies : *Zea mays* L.



**Gambar 2. 1** Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) [20]

## II.2 Pati

Pati merupakan polimer glukosa yang terdiri dari dua polisakarida yang berbeda, yaitu amilosa dan amilopektin [21]. Pati merupakan sumber bahan baku yang melimpah, relatif terjangkau, dan memiliki karakteristik pembentukan film yang baik serta dapat terurai secara hayati [22], [23]. Pati digunakan sebagai sumber energi oleh banyak tanaman, termasuk jagung, ubi jalar, kentang, gandum, dan beras [24]. Karena aksesibilitasnya yang mudah dan sifatnya yang dapat diperbarui setiap tahun, menjadikan pati sebagai salah satu bahan dasar pembuatan biofilm atau bioplastik yang ideal untuk berbagai aplikasi industri [21], [25]. Seperti pada industri makanan, pakan, kimia, petrokimia, perekat, cat, kertas, tekstil, dan farmasi, [24]. Film berbasis pati saat ini muncul sebagai solusi untuk permasalahan meningkatnya jumlah limbah plastik karena ketersediaannya dan biaya produksi yang rendah serta dapat digunakan pada sejumlah aplikasi diberbagai industri [26].



**Gambar 2. 2** Pati Jagung [8]

## II.3 Fruktosa

Fruktosa adalah pemanis karbohidrat yang lebih manis daripada heksosa lainnya, sering digunakan dalam minuman, permen, dan olahan makanan lainnya [27]. Fruktosa terdapat secara alami dalam buah-buahan dan sayuran, terikat pada glukosa untuk membentuk sukrosa disakarida [28]. Fruktosa merupakan salah satu pemlastis film yang dapat terurai secara hayati [29]. Pemlastis berpotensi meningkatkan pemrosesan biopolimer, meningkatkan sifat fisiknya, serta dapat menurunkan suhu di mana transisi orde kedua terjadi dan modulus elastisitasnya, yang meningkatkan fleksibilitas pada suhu rendah [30]. Fungsi utama pemlastis adalah untuk mengurangi ikatan hidrogen dalam jaringan pati amilosa dan amilopektin [30]. Pemlastis ditambahkan ke dalam matriks pati untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi kekakuan film untuk membatasi

interaksi yang kuat dari ikatan hidrogen dalam molekul amilosa dan amilopektin dalam pati [31].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Abotbina dkk., 2021, bioplastik yang menggunakan fruktosa sebagai pemlastis memiliki kadar air terendah, kristalinitas tertinggi, dan kuat tarik serta termostabilitas maksimum dibandingkan film bioplastik dengan variasi pemlastis gliserol, dan kombinasi fruktosa-gliserol [30]. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan Mohammed dkk., 2022, membandingkan berbagai variasi pemlastis (gliserol, fruktosa, sorbitol dan urea) dengan perbedaan konsentrasi (0, 15, 25, dan 35%). Menyimpulkan bahwa fruktosa memiliki kinerja terbaik dengan penyerapan air, kadar air, dan kehilangan massanya rendah serta kinerja mekanik yang kuat pada fruktosa 35% [31].

#### **II.4 Titanium Dioksida**

*Titanium dioksida* ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan material semikonduktor berupa pigmen putih yang umum dalam makanan, kosmetik, pertanian, dan teknik [32]. Sifat hidrofilisitas dan aktivitas fotokatalitik yang tinggi pada nanopartikel titanium oksida sangat penting untuk pengisi bioplastik. Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan bentuk alami dari titanium oksida dengan berbagai keunggulan, termasuk stabilitas tinggi, aktivitas fotokatalitik, penyerapan ultraviolet, indeks bias tinggi, toksisitas rendah, aktivitas antibakteri, biokompatibilitas dan terjangkau [33].  $\text{TiO}_2$  memiliki tingkat antibakteri yang tinggi, stabil secara termal dan kimiawi, tidak beracun, dan ramah lingkungan [34]. Karena sifatnya yang anti bakteri dan penghalang sinar *ultraviolet* (UV) yang baik,  $\text{TiO}_2$  sering digunakan sebagai pengisi dalam biofilm, untuk meningkatkan sifat fisik, mekanik, dan termal [35].

#### **II.5 Bioplastik**

Plastik kini menjadi kebutuhan hidup sehari-hari, namun sebagian besar plastik tidak dapat terurai secara hayati, karena sebagian besar terbuat dari minyak bumi [36], [37]. Kebutuhan akan plastik telah berkembang selama beberapa dekade terakhir di berbagai industri, termasuk kemasan dan pertanian [36]. Plastik menjadi salah satu bahan kemasan utama yang digunakan untuk makanan segar.

Pasar bioplastik saat ini menyumbang kurang dari 1% dari seluruh pasar kemasan plastik, meskipun permintaan bioplastik dalam industri kemasan makanan berkembang pesat [38].

Penumpukan sampah plastik di lahan pertanian telah mencemari tanah secara serius [39]. Akibatnya, 2 hingga 6,5 juta ton sampah plastik diperkirakan dihasilkan setiap tahun dari kegiatan pertanian di seluruh dunia [40]. Menanggapi masalah ini, sebagian masyarakat telah bergerak ke arah penggunaan opsi yang lebih ramah lingkungan seperti plastik biodegradasi yang baru saja dikembangkan untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan [41]. Bioplastik dapat dihasilkan dari polimer yang bukan hanya berasal dari bakteri, tetapi juga bisa berasal dari polimer yang ada dalam sisa-sisa pertanian seperti selulosa, lignin, minyak, dan pati [42]. Bioplastik merupakan plastik yang dapat terurai secara hayati dan terbarukan dan juga sebagai alternatif berkelanjutan, terjangkau, dan dapat meminimalisir limbah plastik konvensional [43]. Walaupun biopolimer dianggap sebagai pengganti plastik biasa, produksinya masih tergolong baru. Pada tahun 2018, produksi bioplastik hanya mencapai 2,01 juta ton, yang hanya sekitar 0,56% dari total produksi plastik global [43].

## **II.6 Kacang Hijau *Vigna Radiata* L.**

Kacang hijau atau yang lebih dikenal dengan sebutan *vigna radiata* L. merupakan jenis kacang-kacangan musim panas yang banyak ditanam terutama di benua Asia [44], [45]. Kacang hijau termasuk dalam keluarga fabaceae, mengandung banyak karbohidrat, protein, lemak, vitamin, serat, dan mineral esensial seperti Natrium, Kalium, Zat Besi, serta Kalsium [46], [47]. Tanaman ini memiliki siklus hidup yang singkat dan memiliki hubungan genetik yang erat dengan tanaman kacang lainnya. Ketersediaan database genom menjadikan tanaman ini sesuai sebagai model tanaman [48].

### **Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kacang Hijau [49]**

Klasifikasi dari tumbuhan kacang hijau adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Fabales  
Famili : Fabaceae  
Genus : *Vigna*  
Spesies : *Vigna radiata* L.



**Gambar 2. 3** Kacang Hijau *V. radiata* L. [50]

### **II.7 Zat Besi, Kalium, dan Kalsium**

Manusia perlu mengonsumsi berbagai mineral untuk menjaga kesehatan yang optimal. Mineral berperan penting dalam berbagai proses tubuh, termasuk metabolisme, pertumbuhan, dan perkembangan [51]. Nutrisi mineral tanaman juga penting untuk kesehatan manusia, karena tanaman yang sehat menghasilkan produk pertanian yang berkualitas dan bergizi [52]. Tanaman berfungsi sebagai sumber daya utama untuk memenuhi kebutuhan gizi populasi global yang berkembang pesat [13]. Unsur-unsur utama yang ditemukan dalam tanaman khususnya sayuran berdaun hijau adalah Zat Besi (Fe), Kalsium (Ca), Kalium (K), Natrium (Na) dan lain sebagainya [53]. Tanaman membutuhkan zat besi agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Zat besi berperan penting dalam berbagai proses biologis, seperti respirasi dan fotosintesis [54], [55]. Wanita dan anak-anak yang kekurangan zat besi berisiko lebih tinggi mengalami anemia [53].

Kalsium berperan sebagai pembawa pesan intraseluler yang dapat mengaktifkan berbagai protein dan gen pada tumbuhan. Terlibat dalam transduksi sinyal untuk menanggapi berbagai macam stres lingkungan dan sinyal perkembangan [56]. Kalsium diperlukan untuk penyerapan nutrisi, regulasi enzim dan hormon, serta pencegahan kebocoran zat terlarut dari sitoplasma tanaman [57]. Sama halnya dengan Zat besi dan Kalsium, Kalium juga berperan dalam berbagai proses penting, seperti mengatur keseimbangan air dalam sel, mengatur

aliran ion di dalam sel, mengangkut gula ke seluruh tubuh tanaman, dan melindungi tanaman dari stres, serta meningkatkan pertumbuhan [58].

Produksi pertanian mengalami tantangan dari kondisi yang kurang menguntungkan, seperti perubahan iklim dan penyusutan lahan pertanian [13]. Baru-baru ini, penggunaan nanopartikel dalam berbagai aplikasi biologis lingkungan mendapat banyak perhatian. Dalam bidang pertanian, nanopartikel seperti seng, titanium dioksida, perak, tembaga, tembaga oksida, emas, dan lain-lain telah digunakan untuk mendukung pengembangan nanopestisida dan pupuk nano, serta meningkatkan pertumbuhan dan perkecambahan benih [59]. Partikel nano  $\text{TiO}_2$  ( $\text{nTiO}_2$ ) dianggap sebagai jenis *engineered nanoparticles* (ENPs) yang paling banyak diproduksi secara global. Pengaplikasian  $\text{nTiO}_2$  untuk meningkatkan kualitas nutrisi tanaman telah dilaporkan sebelumnya [13]. Penelitian yang dilakukan Hu dkk., 2020 menyimpulkan bahwa pemberian  $\text{nTiO}_2$  pada konsentrasi rendah, yaitu 50 mg/L, dapat secara signifikan meningkatkan nutrisi tanaman ketumbar tanpa menimbulkan stres oksidatif. Terjadi peningkatan akumulasi Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Zat Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), dan Boron (B) pada pucuk tanaman tanpa terjadi translokasi  $\text{nTiO}_2$  [14].