

**LAPORAN
PENELITIAN SKIM
GAJI TAHUN 2025**



**SINTESIS PLASTIK BIODEGRADABLE DARI KULIT UBI JALAR
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN TiO_2**

Tim Peneliti:

Ketua : Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
Anggota : Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT
Apriliana Dwijayanti,S.Si.,MT
Mahasiswa : Ardian Hilal Ramadhan
Rendy Chanahuda Fatar

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SERANG RAYA**

HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul Penelitian** : Sintesis Plastik Biodegradable dari Limbah Kulit Ubi Jalar dengan Penambahan Gliserol dan TiO_2
2. **Ketua**
Nama Lengkap : Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN : 0420129002
Fakultas/Program Studi : Teknik/ Teknik Kimia
Jabatan Fungsional/Gol. : -
E-mail/ No. Telp. : euisuswatunh@unsera.ac.id / 0895-1394-9426
3. **Jangka Waktu** : Maret – September / Tahun 2025
4. **Pembiayaan**
Luar Negeri : -
Pemerintah/Organisasi Swasta : -
Institusi Internal : Rp. 6.000.000,-
Mandiri : -

Ketua Peneliti



Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN. 0420129002

Serang, 19 Agustus 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT
NIDN. 0403128502

IDENTITAS TIM PENELITI

Judul Penelitian:

Sintesis Plastik Biodegradable Dari Kulit Ubi Jalar Dengan Penambahan Gliserol Dan TiO_2

Ketua Tim Peneliti:

Nama Lengkap & Gelar : Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN : 0420129002
Bidang Ilmu : Teknik Kimia
Unit : Fakultas Teknik /Teknik Kimia
Kerja/Fakultas/Prodi :
Instansi : Universitas Serang Raya

Anggota Tim Peneliti:

No	Nama	Bidang Ilmu	Status Dosen/Mahasiswa	NIM/NIDN
1	Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT	Teknik Kimia	Dosen	0403128502
2	Aprliana Dwijayanti,S.Si.,MT	Teknik Kimia	Dosen	0402048503
3	Ardian Hilal Ramadhan	Teknik Kimia	Mahasiswa	21122007
4	Rendy Chanahuda Fatar	Teknik Kimia	Mahasiswa	21122037

ABSTRAK

Sintesis plastik biodegradable berbasis pati dari kulit ubi jalar telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan gliserol sebagai plasticizer dan titanium dioksida (TiO_2) sebagai penguat struktur. Kulit ubi jalar dipilih karena kandungan patinya yang tinggi, mencapai sekitar 30%, serta adanya amilosa dan protein yang berkontribusi terhadap sifat biodegradasi. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi TiO_2 sebesar 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8, sedangkan konsentrasi gliserol dijaga tetap sebesar 8%. Hasil sintesis menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan tidak rapuh, melainkan fleksibel dan elastis berkat peran gliserol. Uji biodegradasi memperlihatkan bahwa seluruh sampel mampu terurai secara signifikan dalam 12 hari, dengan persentase kehilangan massa antara 92,5% hingga 100%. Penambahan TiO_2 terbukti memperlambat laju biodegradasi, namun meningkatkan ketahanan terhadap penyerapan air. Selain itu, Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan gliserol dan TiO_2 berpengaruh terhadap karakteristik plastik yang dihasilkan. Nilai kuat tarik maksimal diperoleh sebesar 3,85 MPa, dan penurunan kelenturan (elongation) sebesar 92,4%. Dengan demikian, kulit ubi jalar berpotensi menjadi bahan baku plastik biodegradable dengan karakteristik yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan aplikasi.

Kata kunci: plastik biodegradable, pati, kulit ubi jalar, titanium dioksida, gliserol

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan limpahan Rahmat dan HidayahNya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian ini. Judul dari penelitian ini adalah **Sintesis Plastik Biodegradable Dari Kulit Ubi Jalar Dengan Penambahan Gliserol Dan TiO_2** .

Selama kegiatan, penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. H. Abdul Malik, M.Si sebagai Rektor Universitas Serang Raya
2. Dr. Farid Wajdi sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Serang Raya
3. Dr. Tiur Elysabeth, ST., MT sebagai Ketua Program Studi Teknik Kimia
4. Semua pihak yang telah membantu dan mensupport kegiatan ini sehingga kegiatan ini berjalan dengan lancar.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi berbagai pihak.

Serang, 19 Agustus 2025

Team Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
BAB II. TIJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Deskripsi Bahan Baku (Pati).....	3
2.2 Metode Ekstraksi Pati	3
2.3 Deskripsi Produk (Plastik <i>Biodegradable</i>)	3
2.4 Uji Degradasi dan Penyerapan air.....	4
2.4.1 Uji Degradasi	4
2.4.2 Uji Penyerapan Air	4
2.5 Penelitian Pendahulu	Error! Bookmark not defined.
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1 Tahapan penelitian	7
3.2 Prosedur Penelitian.....	7
3.2.1 Preparasi Pati Limbah Kulit Ubi jalar.....	7
3.2.2 Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i>	8
3.2.3 Uji Degradasi	8
3.2.4 Uji Penyerapan Air	8
3.3 Bahan dan Alat yang Digunakan.....	9
3.4 Variabel penelitian.....	9
3.5 Metode Pengumpulan Dan Analisis	9

3.6	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV. DATA ANALISA DAN PEMBAHASAN		10
4.1	Pengamatan Fisik Plastik <i>Biodegradable</i>	10
4.1.1	Penambahan Gilerol	10
4.1.2	Penambahan TiO ₂	11
4.2	Uji Biodegradasi	12
4.3	Uji Ketahanan Air (<i>Water Absorption Test</i>)	14
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	19
5.2	Saran	19
DAFTAR PUSTAKA		21

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Pengamatan Secara Sederhana	10
Tabel 4. 2 Data Uji Biodegradasi	12
Tabel 4. 3 Data Uji Ketahanan Air	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram alir dalam yang dilakukan tahapan penelitian	7
Gambar 4. 1 Data Uji Biodegradasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Data Penyerapan Air	Error! Bookmark not defined.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir penggunaan plastik berbahan minyak bumi mengalami peningkatan yang sangat pesat seiring dengan kebutuhan masyarakat dan perkembangan industri (Ahsan, 2023). Meskipun penggunaan plastik dari minyak bumi memiliki banyak keunggulan seperti tahan lama, ringan serta biaya produksi yang murah, namun keberadaanya menyebabkan dampak yang serius terhadap lingkungan, karena plastik jenis ini sulit diurai secara alami sehingga dapat mencemari lingkungan. Berdasarkan dari hal tersebut maka diperlukan solusi untuk mengembangkan jenis plastik yang ramah lingkungan salah satunya adalah plastik *biodegradable* (do Val Siqueira, 2021). Plastik *biodegradable* dapat diproduksi menggunakan bahan alami yang dapat diperbaharui seperti singkong, jagung, serta limbah hasil pertanian dapat menjadikan pilihan plastik *biodegradable* yang berkelanjutan serta lebih ramah terhadap lingkungan (Agustina, dkk. 2024).

Ubi jalar yang sangat umum di jumpai di Indonesia dan juga kulit ubi jalar yang sering dianggap sebagai limbah dan kurangnya nilai jual, kulit ubi jalar sebenarnya memiliki potensi besar sebagai bahan utama alternatif untuk sintesis plastik *biodegradable* karena mengandung bahan alami berupa pati dan protein sehingga plastik mudah terdegradasi secara alami (Febriyantoro. 2016). Pati yang terkandung pada kulit ubi kayu sebesar 44-59% (Alfian, dkk. 2020) sedangkan pati yang terkandung pada kulit ubi jalar sebesar 30% (Firgianti dan Sunyoto, 2018). Selain itu ubi jalar juga mengandung selulosa, hemiselulosa dan senyawa lainnya dapat digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis plastik *biodegradable*. Jika plastik *biodegradable* hanya menggunakan pati saja plastik yang dihasilkan akan rapuh atau dengan kata lain kurang optimal jika dijadikan plastik *biodegradable*. Maka dalam penelitian ini membutuhkan bahan penguat seperti gliserol untuk mempertahankan elastisitas dan fleksibilitas pada plastik *biodegradable* (Intan Sulastri, dkk. 2023) dan TiO₂

untuk meningkatkan proses oksidasi, sifat biodegradasi, serta stabilitas dalam plastik *biodegradable* (Marli Wulandari. 2019).

Berdasarkan penjelasan diatas kami tertarik untuk mengembangkan bioplastik dari pati ubi jalar dengan penambahan gliserol untuk mempertahankan elastisitas dan fleksibilitas pada plastik *biodegradable*, dan TiO_2 untuk meningkatkan proses oksidasi, sifat biodegradasi, serta stabilitas dalam plastik *biodegradable*. Penelitian ini akan mengembangkan penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh (Rafika, dkk. 2023), yaitu dengan memvariasikan TiO_2 0,2;0,4;0,6;0,8;1,0 gram dan gliserol 8%. Plastik *biodegradable* yang telah dihasilkan akan dilakukan pengujian biodegradasi dan pengujian ketahanan terhadap air.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara pembuatan plastik *biodegradable* ?
2. Bagaimana formulasi plastik *biodegradable* yang optimal ?
3. Bagaimana pengaruh variasi jumlah konsentrasi TiO_2 terhadap kekuatan plastik *biodegradable*?
4. Bagaimana evaluasi biodegradasi terhadap plastik yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui proses sintesis plastik *biodegradable* dari kulit ubi jalar dengan senyawa tambahan Gliserol dan TiO_2 .
2. Mengembangkan formulasi plastik yang optimal dengan menggunakan pati kulit ubi jalar dengan penambahan Gliserol dan TiO_2 .
3. Menganalisis pengaruh variasi persentase penambahan Gliserol dan TiO_2 terhadap kekuatan plastik *biodegradable*.
4. Mengevaluasi kinerja biodegradasi plastik.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Fokus pada penelitian ini pada sintesis dan pengujian plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati kulit ubi jalar, dengan penambahan gliserol dan TiO_2 .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Bahan Baku (Pati)

Pati (amylum) adalah susunan dari antara lain karbohidrat dan glukosa yang saling terhubung yang terdapat pada tumbuhan (Ike Puji Wulandari, 2020). Sebagai bahan baku utama dalam pembuatan plastik *biodegradeable* pati mampu terdegradasi oleh mikroorganisme (Handayani, dkk. 2015). Pati mempunyai rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ biasanya dapat dijumpai pada umbi-umbian, biji, maupun akar (Pasaribu, 2009). Komponen penyusun pada pati diantaranya amilosa dan amilopektin. Komponen pada pati adalah amilosa mempunyai rantai lurus dan juga dapat larut dalam air. Amilosa terdiri dari ikatan glukosa yang bergabung α -(1,4)-D- Glukosa. Amilosa memiliki berat molekul rata-rata 10.000 – 60.000 dan memberi sifat keras. Adapun rantai cabang disebut amilopektin, amilopektin mempunyai sifat lengket, tidak larut dalam air dingin dan mempunyai berat molekul 60.000 – 100.000 (Zulfa, 2011). Amilopektin terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan α -(1,4)-D- Glukosa dan α -(1,6)-D- Glukosa (Ben & Z, 2007)

2.2 Metode Ekstraksi Pati

Kebanyakan metode ekstraksi pati penelitian yang telah dilakukan pembuatan plastik menggunakan bahan baku pati melalui teknik pemisahan fisik dan kimia, biasanya menggunakan metode filtrasi dengan pelarut air dan pengendapan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pelarut yaitu dengan air dan juga pengendapan (Rahmawati, 2024).

2.3 Deskripsi Produk (Plastik *Biodegradable*)

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang mampu cepat terurai secara alami dan menggunakan bantuan mikroorganisme. Karena lingkungan mampu merubah struktur kimia dari plastik *biodegradable* (Sartika, 2017). Pati merupakan bahan pembuat plastik *biodegradable* pati terdapat dari alam dapat terdegradasi secara alami (Handayani, 2020). Bioplastik dapat menggantikan

atau mengurangi ketergantungan terhadap plastik yang terbuat dari sintesis bahan kimia atau polimer.

2.4 Uji Degradasi dan Penyerapan air

2.4.1 Uji Degradasi (SNI 7188.7 : 2016)

Uji degradasi adalah proses pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu bahan atau material mengalami kerusakan (degradasi) akibat pengaruh lingkungan seperti mikroorganisme, cahaya matahari (UV), kelembaban, suhu, atau komponen penyusun pada bahan baku atau bahan tambahan yang digunakan. Dalam konteks bioplastik dan bahan biodegradable, uji degradasi umumnya dilakukan untuk mengevaluasi seberapa cepat dan efektif bahan tersebut terurai di alam, biasanya dalam kondisi antara lain Tanah (soil burial test), Air atau lingkungan laut, Kompos (komposting test), Dalam media enzimatik atau mikroba tertentu (Ardiansyah, 2011)

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{\text{Massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{Massa awal}} \right) \times 100\%$$

2.4.2 Uji Penyerapan Air (ASTM D570-98(2018))

Uji penyerapan air adalah metode pengujian untuk menentukan kemampuan bahan menyerap air atau kelembapan dari lingkungannya. Adapun pengujian ketahanan terhadap air dapat ditentukan dengan dengan pengujian swelling atau persentase penambahan air dalam plastik atau film (Sanjaya, 2010). daya serap air dilakukan dengan merendam sampel plastik *biodegradable* dalam air dengan suhu ruang selama waktu yang diinginkan. Kemudian didapat data berat sebelum dan sesudah sampel direndam (Sari *et al.* 2021).

$$\text{Daya Serap Air} = \left(\frac{\text{Massa akhir} - \text{massa awal}}{\text{Massa akhir}} \right) \times 100\%$$

2.5 State Of The Art

Penelitian yang kami lakukan didukung dengan adanya penelitian ataupun riset terdahulu tentang pemanfaatan ekstrak kulit ubi jalar sebagai bahan baku utama pembuatan plastik *biodegradable*. berdasarkan hasil dan teori yang telah dilakukan peneliti dahulu dapat mendukung penelitian yang kami lakukan, berikut beberapa peneliti terdahulu yaitu: Pada penelitian yang dilakukan oleh Dawam et al. (2018) menunjukkan bahwa kulit ubi jalar dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Dengan mengandung sekitar 70-80 persen pati, kulit ubi jalar dapat digunakan untuk membuat plastik yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, Dawam et al. menemukan bahwa dalam tanah yang lembab, plastik dapat terdegradasi dengan baik dalam waktu 60-90 hari. Ini membuatnya alternatif yang lebih cepat terurai daripada plastik berbahan dasar petroleum, yang akan terdegradasi di lingkungan selama ratusan tahun. Karena kulit ubi jalar dapat mengurangi polusi plastik dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku fosil, plastik yang dihasilkan dari kulit ubi jalar ini dianggap lebih berkelanjutan.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Dawam et al. (2018) menunjukkan bahwa kulit ubi jalar dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Dengan mengandung sekitar 70-80 persen pati, kulit ubi jalar dapat digunakan untuk membuat plastik yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, Dawam et al. menemukan bahwa dalam tanah yang lembab, plastik dapat terdegradasi dengan baik dalam waktu 60-90 hari. Ini membuatnya alternatif yang lebih cepat terurai daripada plastik berbahan dasar petroleum, yang akan terdegradasi di lingkungan selama ratusan tahun. Karena kulit ubi jalar dapat mengurangi polusi plastik dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku fosil, plastik yang dihasilkan dari kulit ubi jalar ini dianggap lebih berkelanjutan.

Tsai et al. (2019) juga menganalisis bagaimana penambahan gliserol pada plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati ubi jalar berdampak. Dengan bertindak sebagai plasticizer, gliserol meningkatkan kelenturan dan

fleksibilitas plastik yang dibuat. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gliserol sebesar 20% dari berat pati dapat mengurangi modulus elastisitas plastik dari 1500 hingga 2000 MPa menjadi 500 hingga 700 MPa. Ini membuat plastik lebih fleksibel dan mudah diproses. Karena plastik menjadi lebih mudah digunakan dalam aplikasi yang lebih luas, penurunan kekakuan ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas plastik biodegradable. Gliserol membuat plastik yang dihasilkan lebih elastis tanpa mengurangi kekuatan material, yang menghasilkan hasil yang lebih baik dalam hal kinerja dan kualitas produk akhir.

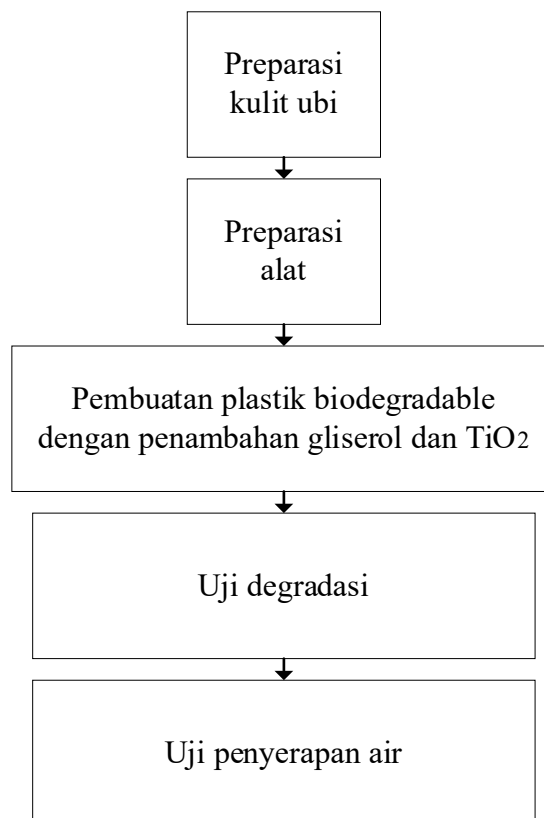
Adapun penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk (2024) pengujian degradasi yang dilakukan selama 7 hari dan dilakukan pengecekan setiap 1 hari didapat nilai degradasi dari yang paling besar secara berurutan pada variasi gliserol 8 mL, 6 mL, 4 mL didapat persentase kehilangan 38,03%, 30,59%, 18,95%. Artinya semakin banyak penambahan gliserol semakin degradasi secara alami. Penambahan selulosa menyebabkan hidrofobik hal ini terdapat pada sampel dengan variasi 4 mL gliserol. Adapun nilai tertinggi dikarenakan sampel yang didapat lebih tipis juga penambahan gliserol dapat mempercepat degradasi secara alami hal ini terdapat pada sampel dengan variasi 6 mL.

Penelitian Ahsan dkk(2022). mengenai penambahan filler TiO_2 pada bioplastik bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap radiasi UV, sehingga menghasilkan bioplastik yang lebih kuat dan tahan lama tanpa mengurangi keunggulannya sebagai bahan ramah lingkungan. Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini melakukan kombinasi antara gliserol dengan variasi massa TiO_2 untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap degradasi UV dari bioplastik, dengan tujuan menghasilkan bioplastik yang lebih kuat, fleksibel, dan tahan lama.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan penelitian

Pelaksanaan tahapan penelitian meliputi preparasi pati kulit ubi jalar, pembuatan plastik *biodegredeable*, uji biodegradabilitas, uji ketahanan air.



Gambar 3. 1 Diagram alir dalam yang dilakukan tahapan penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur riset yang akan dilaksanakan memiliki 4 tahapan utama yaitu :

3.2.1 Preparasi Pati Limbah Kulit Ubi jalar

Tahap pertama kulit ubi jalar dibersihkan menggunakan air mengalir setelah dibersihkan kulit ubi jalar yang sudah bersih kemudian dipotong menggunakan pisau, selanjutnya setelah tahap pemotongan lanjut ke tahap penghalusan menggunakan blender dengan penambahan air dengan perbandingan bahan dan air 1:2, setelahnya larutan tersebut

yang berbentuk *slurry* di masukan pada saringan untuk tahap penyaringan, setelah penyaringan pati yang masih dalam keadaan *Slurry* selanjutnya diendapkan untuk memisahkan pati yang berbentuk padatan dan air selama 1 jam, tahap terakhir adalah pengeringan yang berfungsi menghilangkan air dibawah sinar matahari selama 2 hari agar kadar air yang hilang lebih optimal untuk menjaga kemurnian pati sebagai bahan baku plastik *biodegradable*, pati yang dihasilkan berbentuk serbuk.

3.2.2 Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Larutkan pati kulit ubi kering *aquadest* di dalam *beaker glass* 1000 mL, lakukan pencampuran, pemanasan dan pengadukan pada *magnetic stirrer* dengan suhu 70 °C agar pati tidak rusak. Selanjutnya penambahan Gliserol dan TiO₂ sesuai variabel yang ditentukan, pengadukan hingga homogen. Cetak pada cetakan dan lakukan pengeringan langsung di bawah sinar matahari selama 12 jam.

3.2.3 Uji Degradasi (SNI 7188.7 : 2016)

Penelitian diperlukan uji degradasi pada plastik *biodegradable* uji degradasi atau seberapa lama plastik terurai, dengan cara potong plastik pada berat 0,1-1 gram dilakukan penanaman selama 12 hari pengecekan secara berkala setiap 3 hari. Untuk menentukan nilai degradasi dapat ditentukan dengan persamaan.

$$\text{nilai degradasi} = \frac{\text{massa setelah} - \text{massa sebelum}}{\text{massa setelah}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Massa setelah adalah massa setelah degradasi dan massa sebelum adalah massa sebelum degradasi dan satuan dalam persamaan ini menggunakan gram dan nilai degradasi menggunakan persentase

3.2.4 Uji Penyerapan Air (ASTM D570-98(2018))

Untuk uji mekanisme menggunakan uji ketahanan air dengan cara memotong sample plastik *biodegradable* pada berat 0,1 - 1 gram, selanjutnya dilakukan perendaman selama 10 menit pada setiap sampel, lalu timbang kembali dan hitung pertambahan massa selama

perendaman. Adapun nilai daya tahan air atau daya serap dapat ditentukan dengan persamaan

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{massa setelah} - \text{massa sebelum}}{\text{massa sebelum}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Massa setelah adalah massa setelah perendaman dengan air dan massa sebelum adalah massa sebelum perendaman dengan air dan satuan dalam persamaan ini menggunakan gram dan nilai daya serap menggunakan persentase.

3.3 Bahan dan Alat yang Digunakan

Alat yang dipergunakan untuk proses produksi adalah gelas *beaker* 50 mL, gelas *beaker* 250 mL, gelas *beaker* 500 mL, batang pengaduk, *hot plate*, *magnetic stirrer*, termometer, *Spatula*, neraca analitik, kaca arloji, gelas ukur 10 mL, gelas ukur 50 mL, gelas ukur 1000 mL, *blender*, pisau, baskom atau wadah, gelas plastik, sekop, spatula.

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah kulit ubi jalar, Aquadest, Gliserol, dan TiO_2 , tanah kompos.

3.4 Variabel penelitian

Variabel dalam riset ini terdiri atas variabel bebas, terikat dan kontrol. Variabel bebas meliputi formulasi konsentrasi gliserol dan TiO_2 pada plastik *biodegradeable* dengan Variasi penambahan Gliserol 8% dan TiO_2 0,6;0,8;1,0 gram. Variabel terikat meliputi ketahanan air, dan *biodegradable*. Variabel kontrol meliputi waktu dan suhu dalam pengeringan sampel dan pati kulit ubi jalar dan pada saat pembuatan plastik *biodegradable*.

3.5 Metode Pengumpulan Dan Analisis

Data yang telah didapat pada uji degradasi dan uji penyerapan air, uji degradasi untuk memastikan bahwa sampel *biodegradable* mampu terdegradasi secara alami dalam waktu 12 hari pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat sampel *biodegradable*, sedangkan untuk uji ketahanan sampel terhadap air dengan cara perendaman sampel *biodegradable* dengan air dalam waktu 10 hari untuk mengetahui nilai seberapa baik sampel plastik *biodegradable* dalam menahan air.

BAB IV DATA ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan yaitu sintesis plastik *biodegradable* dari kulit ubi jalar dengan penambahan gliserol, penambahan gliserol sebesar 8% dan variasi TiO_2 sebesar 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0 gram. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi TiO_2 terhadap pengaruh degradasi dan penyerapan air dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

4.1 Pengamatan Fisik Plastik *Biodegradable*

Hasil pengamatan secara sederhana menunjukkan bahwa semua sampel plastik *biodegradable* yang dihasilkan memiliki warna putih keabuan hingga agak buram, dengan permukaan relatif halus dan memiliki kelenturan yang cukup tinggi.

Tabel 4. 1 Pengamatan Secara Sederhana

SAMPEL	KETERANGAN
 Pure pati	Memiliki warna coklat bening dengan permukaan kasar dan tampak rapuh. Saat dilakukan uji lentur sederhana, plastik mudah retak dan patah. Tekstur permukaan tidak rata, menunjukkan adanya pori-pori yang cukup besar akibat tidak adanya bahan tambahan pengikat dan penguat seperti gliserol dan TiO_2 .
 Sampel A (TiO_2 0,2 dan Gliserol 8%)	Memiliki warna putih solid dengan permukaan yang lebih halus dibandingkan sampel 100%. Terasa lebih elastis saat ditekuk, namun masih sedikit kaku, dengan permukaan plastik tampak lebih padat.
 Sampel B (TiO_2 0,4 dan Gliserol 8%)	Warna putih namun sedikit transparan dengan permukaan rata namun mudah robek dan lebih lengket akibat dari pemanasan dalam produksi yang berubah secara drastis. Saat dipegang sedikit rapuh. Dan pada permukaan masih terlihat TiO_2 Yang belum tercampur sempurna

 Sampel C (TiO ₂ 0,6 dan Gliserol 8%)	Menunjukkan keseimbangan terbaik antara elastisitas dan ketahanan air. Permukaan halus, padat, dan tidak licin. Saat dilakukan uji lipat dan tekan ringan, plastik tidak menunjukkan tanda-tanda retakan. Ini menunjukkan adanya distribusi bahan penguat dan plasticizer yang merata dalam matriks plastik.
 Sampel D (TiO ₂ 0,8 dan Gliserol 8%)	Memiliki permukaan paling halus dan warna paling opak di antara seluruh sampel. Terasa agak kaku jika dibandingkan dengan Sampel C, namun ketahanan terhadap air dan kekuatan fisiknya lebih baik. Uji penyerapan air menunjukkan nilai terendah pada sampel ini.
 Sampel E (TiO ₂ 1,0 dan Gliserol 8%)	Plastik tampak sangat padat dan kuat, tetapi mulai kehilangan fleksibilitas. Warna cenderung lebih pekat. Saat dilakukan uji lentur sederhana, plastik masih dapat ditekuk namun terasa lebih kaku dibandingkan dengan sampel lain.

4.1.1 Penambahan Gliserol

Penambahan gliserol sebesar 8% berfungsi sebagai plasticizer, meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas plastik. Berdasarkan pengamatan visual dan uji tarik sederhana, semua sampel menunjukkan sifat lentur yang lebih baik dibandingkan plastik tanpa gliserol. Namun demikian, penambahan gliserol dalam jumlah tetap memberikan batasan, sehingga pengaruh utamanya tetap berada pada penambahan TiO₂ sebagai variabel utama.

4.1.2 Penambahan TiO₂

Penambahan TiO₂ berfungsi sebagai bahan penguat (filler) yang meningkatkan ketahanan plastik terhadap air. Berdasarkan pengamatan visual dan hasil uji penyerapan air, semakin tinggi konsentrasi TiO₂ yang ditambahkan, plastik tampak lebih padat, tidak mudah menyerap air, dan memiliki permukaan yang lebih halus. Namun demikian, meskipun TiO₂ memberikan perlindungan terhadap biodegradasi dan meningkatkan ketahanan fisik, kelebihan penambahan TiO₂ dalam jumlah besar dapat mengurangi tingkat biodegradabilitas secara berlebihan, sehingga

formulasi tetap perlu mempertimbangkan keseimbangan antara ketahanan fisik dan kemampuan terurai secara alami.

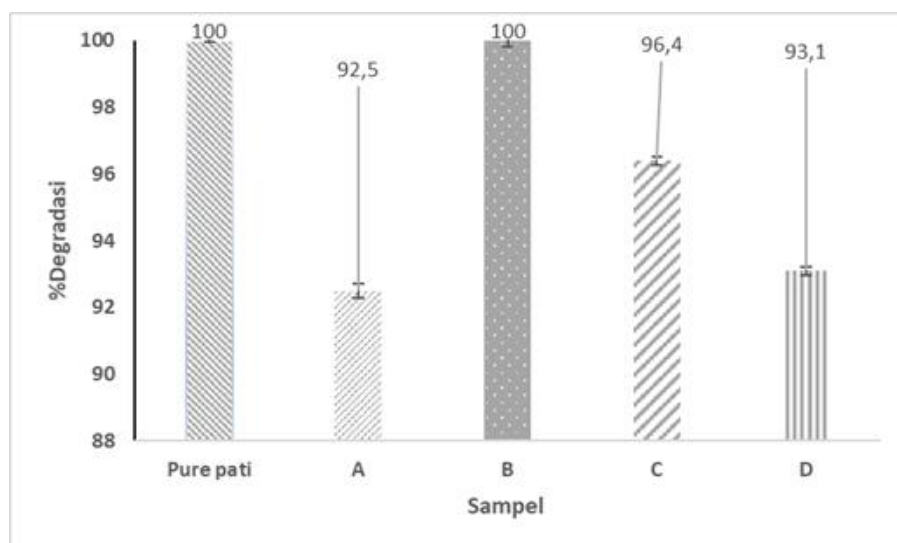
4.2 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan metode penguburan sampel dalam media tanah kompos selama 12 hari. Penurunan massa diamati setiap 3 hari. Data pengamatan ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Data Uji Biodegradasi

NO Sample	Berat Awal	Hari				Massa Akhir	% Kehilangan Massa
		3	6	9	12		
Pure pati	0,56	0,08	0	-	-	0	100%
A	0,56	0,3	0,21	0,12	0,02	0,02	96,42%
B	0,58	0,34	0,26	0,15	0,04	0,04	93,10%
C	0,55	0,28	0,18	0,07	0	0	100%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1, uji degradasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan plastik *biodegradable* terurai secara alami dalam media tanah kompos selama 12 hari. Setiap sampel diamati secara berkala pada hari ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 untuk mengukur penurunan massa.



Gambar 4. 1 Data Uji Biodegradasi

Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan laju degradasi antar sampel yang dipengaruhi oleh variasi konsentrasi TiO_2 .

Data pengujian biodegradasi sampel pati (100%) tanpa penambahan gliserol dan TiO_2 mengalami degradasi sempurna sebesar 100% hanya dalam waktu 6 hari. Hal ini menunjukkan bahwa plastik murni berbasis pati dari kulit ubi jalar memiliki struktur yang mudah dihancurkan oleh mikroorganisme dalam media kompos. Ketiadaan bahan tambahan seperti gliserol atau TiO_2 membuat struktur plastik menjadi lebih rapuh dan cepat terurai. Ini menjadikan sampel 100% sebagai acuan biodegradabilitas maksimum.

Sampel A, dengan 0,6 gram TiO_2 , mengalami kehilangan massa sebesar 96,42%. Nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan sampel A dan D, namun belum mencapai 100%. Ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini, struktur plastik mulai cukup stabil, meskipun tetap masih dapat diuraikan dengan baik. Formulasi ini menunjukkan keseimbangan antara ketahanan fisik dan kemampuan terurai.

Sampel B, dengan 0,8 gram TiO_2 , memiliki kehilangan massa sebesar 93,1%, yang menunjukkan bahwa penambahan TiO_2 mulai memberikan pengaruh yang cukup kuat dalam menghambat degradasi. Meskipun belum seefektif sampel A dalam memperlambat proses, nilai ini mengindikasikan bahwa konsentrasi 0,8 gram mendekati titik jenuh dalam hal peningkatan ketahanan terhadap degradasi tanpa sepenuhnya menahan proses tersebut.

Sampel C dengan 1,0 gram TiO_2 , kembali menunjukkan degradasi sempurna sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tinggi, TiO_2 tidak selalu efektif memperlambat degradasi. Kemungkinan besar terjadi penggabungan partikel TiO_2 dalam matriks plastik yang mengurangi efektivitas distribusinya sebagai penguat struktur. Selain itu, ketebalan dan homogenitas plastik juga memengaruhi degradasi, di mana plastik yang lebih tipis atau tidak merata lebih mudah terurai meskipun kandungan TiO_2 tinggi.

Secara keseluruhan, hasil uji degradasi menunjukkan bahwa semua sampel tetap bersifat *biodegradable*, meskipun tingkat laju degradasinya berbeda. Penambahan TiO_2 cenderung memperlambat degradasi, namun hanya efektif

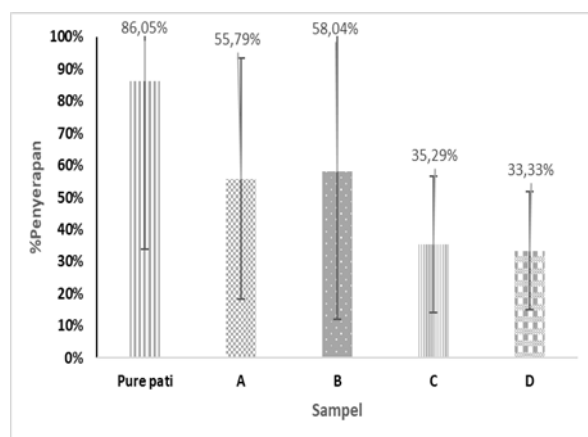
pada konsentrasi tertentu dan bila terdispersi dengan baik. Konsentrasi 0,6–0,8 gram TiO_2 (sampel C dan D) dinilai paling optimal karena masih mempertahankan laju degradasi tinggi namun juga memberikan perlindungan terhadap kerusakan fisik dalam jangka pendek.

Dalam penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Aqbar Wilmulda (2022) nilai yang dihasilkan waktu tercepat selama 20 hari dengan penambahan gliserol (2,5 mL), TiO_2 (0,5gram), dan pati (10%) dan dijelaskan juga dalam literatur Sutardjo (et al, 2015) bahwa penambahan TiO_2 dapat menguraikan dan mengurangi senyawa organik seperti mikroorganisme. Degradasi secara alami juga dipengaruhi beberapa kondisi seperti anaerob karena pati mampu terdegradasi oleh mikroorganisme (Fadlilah dan Shovitri, 2014).

Perbedaan nilai yang dihasilkan terjadi karena Perbedaan ketebalan, hal ini dipengaruhi luas dan volume cetakan maka dapat memngaruhi penyerapan terhadap air. Selanjutnya perbedaan massa atau volume yang cukup jauh dapat mempengaruhi laju degradasi sampel plastik *biodegradable*.

4.3 Uji Ketahanan Air (*Water Absorption Test*)

Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan plastik *biodegradable* dalam menyerap air setelah direndam selama 10 menit. Hasil pengujian ditampilkan pada gambar 4.2 berikut:



Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan TiO_2 dan gliserol menciptakan hubungan terbalik antara daya serap air dan laju penguraian, di mana kemunculan standar deviasi yang signifikan menjadi indikator utama homogenitas campuran. Secara statistik, sampel Pure pati dan B menunjukkan stabilitas paling konsisten dengan error bar degradasi yang mendekati nol, namun pada sampel A, C, dan D, kemunculan deviasi yang lebih lebar terutama pada parameter penyerapan air membuktikan adanya konflik mikroskopis antara sifat higroskopis gliserol dan sifat hidrofobik TiO_2 . Rentang error bar paling lebar pada sampel A (92,5% degradasi dan 55,79% penyerapan) menunjukkan terjadinya aglomerasi partikel penguat, yang secara fisik meningkatkan ketahanan material namun secara statistik menurunkan tingkat kepastian (presisi) data akibat sebaran komponen yang tidak merata di seluruh permukaan bioplastik selain itu konsentrasi TiO_2 yang lebih besar dapat menyerap lebih sedikit air karena terjadi peningkatan kepadatan dan berkurangnya porositas.

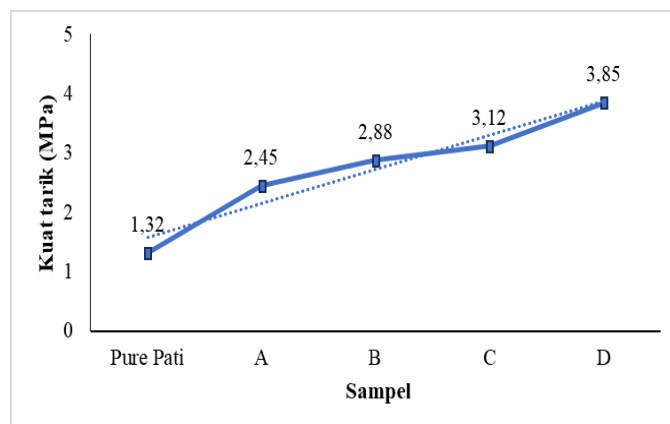
Pure pati memiliki penyerapan air tertinggi (86,05%), sementara sampel A, B, C, dan D, memiliki penyerapan yang lebih rendah, berkisar antara 33,33% hingga 86,05%. Penurunan penyerapan air ini dapat disebabkan oleh perubahan Hasil penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Rafika Masrullita et al (2023), pada variasi 7 mL gliserol dengan 30% pati ubi jalar, daya serap air mencapai 59,827%. Semakin tinggi konsentrasi pati dan gliserol, daya serap air meningkat karena keduanya bersifat hidrofilik. Pati dengan banyak gugus hidroksil (OH) mudah mengikat air (Setiani et al., 2013).

4.4 Uji Mekanik Bioplastik

Pengujian mekanik pada bioplastik, khususnya terkait kuat tarik (*tensile strength*) dan elastisitas (*elongation at break*), kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan suatu material mampu menahan beban sebelum putus serta tingkat kelenturannya.

a. Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan suatu gaya tarik maksimum yang diberikan pada suatu sampel bioplastik hingga sampel bioplastik tersebut terputus.



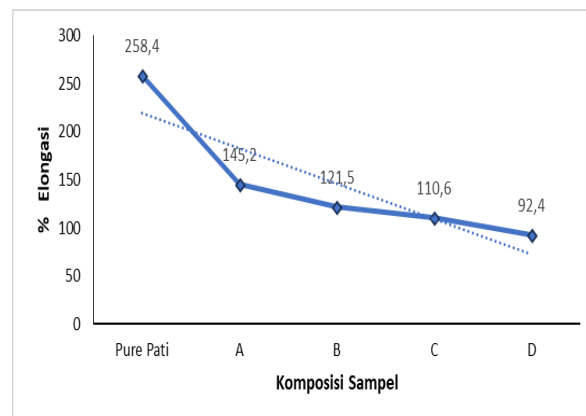
Gambar 3. Grafik Uji Kuat Tarik

Dari gambar 3 pada uji tarik menunjukkan peningkatan yang signifikan pada plastik biodegradable berbahan pati kulit ubi jalar seiring dengan penambahan gliserol dan TiO_2 . Sampel *pure pati* memiliki nilai kuat tarik terendah sebesar 1,32 MPa, yang menunjukkan keterbatasan sifat mekanik akibat lemahnya ikatan antarmolekul pada matriks pati murni. Setelah penambahan gliserol dan TiO_2 , kuat tarik meningkat pada sampel A menjadi 2,45 MPa, kemudian bertambah pada sampel B sebesar 2,88 MPa, dan terus meningkat pada sampel C hingga 3,12 MPa. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada sampel D sebesar 3,85 MPa, yang menunjukkan peningkatan hampir tiga kali lipat dibandingkan *pure pati*. Kombinasi TiO_2 dan gliserol dalam bioplastik dapat dioptimalkan untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan tarik dan fleksibilitas[15]. TiO_2 meningkatkan kekuatan mekanik, sementara gliserol meningkatkan fleksibilitas[16]. Peningkatan kuat tarik ini mengindikasikan bahwa gliserol berperan sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas dan homogenitas matriks polimer, sedangkan TiO_2 berfungsi sebagai material penguat yang memperbaiki ikatan antarfasa serta meningkatkan kekompakan struktur film bioplastik [8]. Pada grafik di gambar 2 menunjukkan peningkatan yang konsisten dari sampel A hingga D menunjukkan bahwa

komposisi bahan tambahan yang digunakan mampu meningkatkan kemampuan material dalam menahan gaya tarik, sehingga plastik biodegradable yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dan berpotensi diaplikasikan sebagai alternatif plastik ramah lingkungan[9].

b. Uji Kelenturan (*Elongation Strength*)

Uji kelenturan dilakukan untuk mengetahui kemampuan material menahan beban lentur sehingga dapat menilai fleksibilitas material saat digunakan.



Gambar 4. Uji Kelenturan Bioplastik

Pada gambar 4 hasil uji kelenturan (elongasi) menunjukkan bahwa nilai elongasi plastik *biodegradable* berbahan pati kulit ubi jalar mengalami penurunan seiring dengan perubahan komposisi sampel dari *pure pati* hingga sampel D. Sampel *pure pati* memiliki elongasi tertinggi sebesar 258,4%, yang secara teoritis menunjukkan bahwa matriks pati tanpa penguat masih memiliki mobilitas rantai polimer yang tinggi sehingga material bersifat lebih elastis dan mudah mengalami deformasi. Setelah penambahan gliserol dan TiO_2 , elongasi menurun pada sampel A menjadi 145,2%, kemudian berkurang pada sampel B sebesar 121,5%, sampel C sebesar 110,6%, hingga mencapai nilai terendah pada sampel D yaitu 92,4%. Penambahan TiO_2 sebagai filler anorganik dapat membatasi pergerakan rantai polimer dan meningkatkan kekakuan matriks akibat terbentuknya interaksi antarmuka antara partikel TiO_2 dan gugus hidroksil pada pati[17]. Selain itu, meskipun gliserol

berfungsi sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas, pada komposisi tertentu efek penguatan dari TiO_2 lebih dominan sehingga menyebabkan penurunan kemampuan regang material[18]. Penambahan TiO_2 ke bioplastik, dapat meningkatkan kekuatan mekanik tetapi dapat mengurangi pemanjangan (elongasi)[14]. Penurunan elongasi ini secara teoritis sejalan dengan peningkatan kuat tarik, karena material yang lebih kaku dan kuat umumnya memiliki elastisitas yang lebih rendah, sehingga menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara kuat tarik dan persen elongasi pada plastik biodegradable yang dihasilkan[19].

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penelitian ini telah berhasil melakukan sintesis plastik biodegradable berbasis pati dari kulit ubi jalar dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer dan titanium dioksida (TiO_2) sebagai filler. Penambahan gliserol sebesar 8% meningkatkan fleksibilitas bioplastik, sedangkan variasi konsentrasi TiO_2 (0,2–1,0 g) berpengaruh signifikan terhadap laju biodegradasi dan ketahanan air.
2. Hasil uji biodegradasi menunjukkan seluruh sampel dapat terurai dalam waktu 12 hari dengan kehilangan massa 92,5–100%. Penambahan TiO_2 memperlambat laju degradasi, namun sekaligus meningkatkan ketahanan air. Formulasi dengan 0,8 g TiO_2 memberikan hasil paling optimal, dengan degradasi sebesar 93,1% dan daya serap air terendah sebesar 33,33%.
3. Berdasarkan hasil uji kekuatan tarik dan kelenturan, memperlihatkan bahwa penambahan TiO_2 meningkatkan stabilitas material terhadap air akibat struktur matriks polimer yang lebih kompak. Dari sisi mekanik, peningkatan kuat tarik dari 1,32 MPa pada pure pati menjadi 3,85 MPa pada sampel D menunjukkan peran TiO_2 sebagai penguat, namun diikuti dengan penurunan elongasi dari 258,4% menjadi 92,4%, yang menandakan peningkatan kekakuan material.
4. Secara keseluruhan, kulit ubi jalar terbukti berpotensi sebagai bahan baku alternatif untuk produksi plastik biodegradable yang ramah lingkungan. Kombinasi pati ubi jalar, gliserol, dan TiO_2 menghasilkan bioplastik dengan keseimbangan yang baik antara fleksibilitas, ketahanan air, dan kemampuan terurai secara hayati.

4.1.3 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diperoleh, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Pada saat pengujian ketahanan air baiknya keringkan kembali sampel sebelum ditimbang.
2. Disarankan melakukan analisis struktur mikro menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope) untuk mengamati distribusi partikel TiO_2 dan tingkat porositas pada plastik, agar diperoleh gambaran hubungan antara morfologi dan sifat ketahanan air maupun degradasi.
3. Uji biodegradasi sebaiknya dilakukan dalam berbagai lingkungan alami, seperti laut, sungai, maupun tanah biasa, agar hasilnya relevan untuk implementasi di dunia nyata.
4. Formulasi dapat ditingkatkan dengan menyesuaikan konsentrasi gliserol dan TiO_2 secara lebih rinci, serta menambahkan bahan penguat alami seperti serat selulosa atau CMC guna meningkatkan kekuatan mekanik tanpa mengorbankan kemampuan terurai.
5. Perlu dilakukan uji stabilitas produk terhadap suhu dan penyimpanan jangka panjang, serta pengujian keamanan bahan jika akan diaplikasikan pada produk pangan.
6. Untuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan analisis kelayakan ekonomi dan efisiensi produksi, agar plastik biodegradable dari kulit ubi jalar dapat diproduksi secara massal dan bersaing dengan plastik konvensional di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, M. E., & Lestari, I. 2024. Pemanfaatan Campuran Pati Singkong dan Pati Ubi Jalar sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradasi. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh Yusuf*, 6(1): 96–104.
- Alfian, D., Wahyuningtyas, A., & Sukmawati, P. D. 2020. Pembuatan Edible Film dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Plasticizer Sorbitol dengan Asam Sitrat sebagai Crosslinking Agent. *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2): 46–56.
- Amalia, D. N. 2022. Optimasi Kondisi Operasi Pembuatan Plastik Biodegradable dari Selulosa Tongkol Jagung dan Pati Kulit Singkong dengan Penambahan PVA dan TiO₂ sebagai Smart Packaging. *Jurnal Rekayasa Proses*, 18(1): 1–7.
- Ardiansyah, R. 2011. Biodegradasi Plastik Biodegradable Berbasis Pati. *Jurnal Ilmiah Lingkungan*, 9(2): 43–50.
- Ben, A., & Z., B. 2007. *Starch-Based Biopolymers: Processing, Properties and Applications*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Febriyantoro, I. 2016. Bioplastik dari Pati Kulit Pisang Menggunakan Penguat ZnO dan Penguat Alami Selulosa. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Firgianti, R., & Sunyoto, N. 2018. Pengaruh Konsentrasi Plastikizer terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bioplastik dari Pati Kulit Ubi Jalar. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 13(1): 22–29.
- Handayani, H., & Sulastri, I. 2015. Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus Murr*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1): 21–26.
- Ike Puji Wulandari. 2020. Karakterisasi Bioplastik dari Singkong dengan Menggunakan Titanium Oksida (TiO₂) sebagai Penguat. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.

- Intan Sulastri, L., & Nurani, L. H. 2023. Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Bioplastik Berbasis Pati Ubi Jalar. *Jurnal Rekayasa dan Sains*, 10(2): 88–95.
- Marli Wulandari. 2019. Pengaruh Penambahan TiO_2 terhadap Sifat Fisik Bioplastik Berbasis Pati. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 11(1): 34–41.
- Pasaribu, M. 2009. *Pengantar Ilmu Pati dan Karbohidrat*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Rafika, M. R. 2023. Sintesis Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Variasi Penambahan Plasticizer Gliserol. *Chemical Engineering Journal Storage Universitas Malikussaleh*, 42(1): 56–64.
- Rahmawati, D. 2024. Metode Ekstraksi Pati untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dari Umbi-Umbian Lokal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15(1): 12–18.
- Sanjaya, R. 2010. Evaluasi Sifat Ketahanan Air dan Biodegradasi Film Bioplastik dari Pati Termodifikasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2): 99–105.
- Sari, L. D., Hidayat, R. S., & Nurjanah, S. 2021. Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Fisik Bioplastik Berbasis Pati Ubi Kayu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1): 20–27.
- Sartika, R. 2017. Pengertian dan Aplikasi Plastik Biodegradable dalam Industri Modern. *Jurnal Kimia dan Teknologi*, 9(2): 67–73.
- Wening, D. N., & Amalia, R. 2023. Sintesis Plastik Biodegradable Berbasis Jagung dengan Penambahan PVA dan TiO_2 . *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 20(3): 85–91.
- Wilmuda, A. 2022. Identifikasi Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli pada Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Pisang Kepok dengan Kombinasi Titanium Dioksida (TiO_2). Skripsi. UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Zulfa, D. 2011. Amilosa dan Amilopektin dalam Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Lokal. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1): 15–21.

LAMPIRAN



Lampiran 1. 1 Ubi jalar



Lampiran 1. 2 Produksi plastik *biodegradable*



Lampiran 1. 3 Uji ketahanan Air



Lampiran 1. 4 Uji degradasi



Lampiran 1.5 alat dan bahan