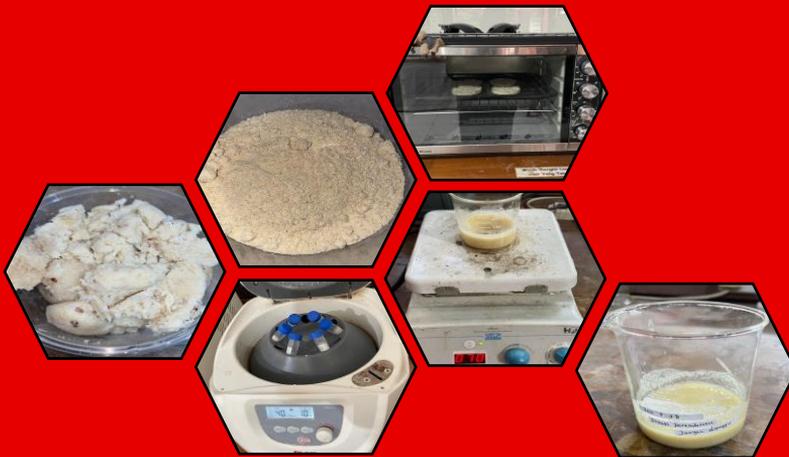


**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT STRUKTUR SERTA  
KEMAMPUAN DEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS  
PROTEIN AMPAS TAHU**



**ANIKA TASRIN  
H021 20 1026**



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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT STRUKTUR SERTA KEMAMPUAN  
DEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS PROTEIN AMPAS TAHU**

**ANIKA TASRIN  
H021201016**



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

**PERNYATAAN PENGAJUAN**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT STRUKTUR SERTA KEMAMPUAN  
DEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS PROTEIN AMPAS TAHU**

ANIKA TASRIN  
H021201026

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi S1 Fisika

Pada

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

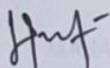
**HALAMAN PENGESAHAN****SKRIPSI****SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT STRUKTUR SERTA KEMAMPUAN  
DEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS PROTEIN AMPAS TAHU****ANIKA TASRIN****H021201026**

Skripsi,

telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Sarjana Program Studi Fisika pada 19  
Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Fisika  
Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



Prof. Dr. Dahlang Tahir, S.Si., M.Si  
NIP. 19750907 200003 1 006

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T  
NIP. 19670520 199403 1 002



**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN****PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Sintesis dan Karakterisasi Sifat Struktur serta Kemampuan Degradasi Bioplastik Berbasis Protein Ampas Tahu" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Dahlang Tahir, S.Si., M.Si.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 19 Agustus 2024



*Anika Tasrin*  
ANIKA TASRIN  
H021201026

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas ridho dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Sholawat serta salam semoga terlimpahkan kepada nabi kita Muhammad SAW. Dengan segala kerendahan hati, saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewah kepada cinta pertama saya, Bapak **Tasrin** dan Ibu **Halwia**, orang tua hebat yang selalu menjadi *Support system*, menenangkan hati, menghibur, memenuhi segala keinginan penulis, dan sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Sosok orang tua yang berhasil membuat saya bangkit dari kata menyerah. Yang selalu mendo'akan dan mencurahkan kasih sayang. Skripsi ini merupakan persembahan untukmu dari anak cantikmu yang sedikit keras kepala. *I love you daddy, mom, love so much*, Makasih yah pak, mak, berjanjilah untuk panjang umur!
2. Saudara tercinta **Rosna, Maryam, Asmar, Serlin, Yasran, Yahyar, Ramdan**, dan **Nurfita**. Kakak Ipar **Kadesang, Andri, Angga**, dan **Santi**, serta seluruh ponakan tersayang dan tercinta yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak sudah menjadi tempat keluh kesah, menghibur, memberikan motivasi, perhatian, kasih sayang, do'a, moril maupun material selama perkuliahan hingga skripsi ini terselesaikan. Tolong tetap kuat hadapi dunia ini dan sehat selalu!
3. **Prof Dr. Dahlang Tahir, S.Si., M.Si.** sebagai pembimbing, Bapak **Heryanto, S.Si.** sebagai penguji pertama dan Bapak **Drs. Bangsawan BJ, M.Si.** sebagai penguji kedua. Penulis ucapkan terima kasih kepada mereka atas bimbingan, diskusi dan arahan yang diberikan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Staf Departemen Fisika **Pak Syukur, Bu Rana**, dan **Bu Evi** yang selalu memberikan saran serta membantu penulis selama proses administrasi di kampus.
5. Teman-teman yang cantik nan baik hati **Putee, Indi, Indri, Inung, Nopi, Ode**, dan seluruh teman **Re20nansi** yang terlibat dalam penulisan skripsi ini. Saya ucapkan banyak terima kasih dan saya berjanji tidak akan melupakan kebaikan kalian.
6. Perempuan sederhana namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, diri saya sendiri, **Anika Tasrin**. Seorang perempuan yang berumur 23 tahun saat menyelesaikan skripsi ini namun sifatnya terkadang seperti anak kecil pada umumnya, apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih untuk tetap memilih hidup dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini. Walaupun seringkali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. Berbahagialah selalu dimanapun engkau berada.
7. Dan yang terakhir, untuk seorang pria inisial "**H**" yang selalu menghibur dan membuat *mood* penulis naik turun. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, semangat, tenaga, pikiran, material dan senantiasa sabar menghadapi penulis, terima kasih telah menjadi bagian perjalanan hidup penulis.

Penulis,

Anika Tasrin

## ABSTRAK

ANIKA TASRIN. **Sintesis dan Karakterisasi Sifat Struktur serta Kemampuan Degradasi Bioplastik Berbasis Protein Ampas Tahu** (dibimbing oleh Dahlang Tahir dan Heryanto)

Bioplastik yang dapat terurai secara hayati dan terbarukan yang berpotensi memainkan peran penting dalam bioekonomi. Dalam studi ini kami mengekstrak protein ampas tahu dan menggunakan formaldehida sebagai agen penguat. Metode pengecoran digunakan dengan sedikit modifikasi pada pembuatan bioplastik. Bioplastik dikarakterisasi menggunakan XRD untuk menganalisis struktur kristal, FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi kimia, Kuat Tarik untuk mengetahui sifat mekanik, dan Uji Degradasi untuk mengetahui sifat biodegradabel. Didapatkan bahwa hasil biodegradasi dengan pengomposan yaitu 81,25%, dan 90,91% untuk sampel I dan sampel II, uji biodegradasi dengan air laut yaitu 0.46 cm<sup>2</sup> dan 1.15 cm<sup>2</sup>. Oleh karena itu, film berbasis bio ini dapat menjadi alternatif bahan terbarukan yang ramah lingkungan dan hemat biaya.

## **ABSTRACT**

ANIKA TASRIN. **Synthesis and Characterization of Structural Properties and Degradability of Tofu Dregs Protein-based Bioplastics** (supervised by Dahlang Tahir dan Heryanto)

*Biodegradable and renewable bioplastics have the potential to play an important role in the bioeconomy. In this study, tofu pulp protein was extracted and formaldehyde (HCHO) was used as a strengthening agent. The casting method, with slight modifications, was employed to manufacture the bioplastics. The bioplastics were characterized using several techniques: X-ray diffraction (XRD) to analyze crystal structure, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) to identify chemical functional groups, tensile strength tests to determine mechanical properties, and degradation tests to assess biodegradability. The results showed that biodegradation by composting was 81.25% and 90.91% for sample I and sample II, respectively. Biodegradation tests in seawater resulted in degradation areas of 0.46 cm<sup>2</sup> and 1.15 cm<sup>2</sup>. Therefore, this bio-based film can be an environmentally friendly and cost-effective alternative to conventional materials.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Studi Khusus.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II METODE PENELITIAN.....	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	5
2.2 Alat dan Bahan.....	5
2.3 Prosedur Penelitian.....	6
2.3.1 Pembuatan isolat protein .....	6
2.3.2 Pembuatan bioplastik.....	6
2.4 Karakterisasi Bioplastik.....	8
2.4.1 Uji <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	8
2.4.2 Uji <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	8
2.4.3 Uji Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ) .....	8
2.4.4 Uji Biodegradabilitas .....	9
2.5 Bagan Alir Penelitian.....	10
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....	11
3.1 Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	11
3.2 Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	12
3.3 Uji Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ) .....	13
3.4 Uji Biodegradabilitas .....	14
BAB IV KESIMPULAN .....	18
DAFTAR PUSTAKA .....	19
LAMPIRAN .....	22

**DAFTAR TABEL**

Nomor urut	Halaman
1. Rata-rata ukuran kristal.....	12
2. Gugus fungsi yang terdapat dalam bioplastic protein ampas tahu.....	13
3. Hasil degradasi bioplastik protein ampas tahu dalam air laut .....	15
4. Hasil degradasi bioplastik protein ampas tahu dalam tanah kompos.....	17

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Gambar 2.1 Pembuatan isolat protein ampas tahu.....	6
2. Gambar 2.2 Pembuatan sampel I bioplastik protein ampas tahu.....	7
3. Gambar 2.3 Pembuatan sampel II bioplastik protein ampas tahu.....	7
4. Gambar 3.1 Bioplastik protein ampas tahu dan formaldehida (I) tidak disaring (II) disaring .....	11
5. Gambar 3.2 Spektrum XRD bioplastik protein ampas tahu.....	11
6. Gambar 3.3 Spektrum FTIR bioplastik protein ampas tahu .....	12
7. Gambar 3.4 Grafik analisis sifat mekanik bioplastik (a) Kuat tarik, (b) Modulus young, dan (c) Kuat mulur .....	14

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
1. Dokumentasi pengambilan bahan (a) ampas tahu basa dan (b) air laut.....	22
2. Dokumentasi bahan (a) ampas tahu basah dan (b) isolat protein ampas tahu .....	22
3. Dokumentasi sentrifugasi.....	22
4. Dokumentasi (a) isolat protein basah dan (b) sampel dalam oven .....	23
5. Dokumentasi sampel gagal.....	23
6. Dokumentasi sampel berhasil.....	24
7. Dokumentasi peneliti.....	24

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Plastik memiliki peran yang penting dalam kehidupan sehari-hari karena kegunaannya yang sangat beragam. Plastik menjadi benda umum dalam berbagai produk yang memberikan kemudahan dan kenyamanan (Amin *et al.*, 2019). Namun penggunaan plastik yang berlebihan dan pembuangannya yang tidak terkendali dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Selain itu, plastik yang sulit terurai akan menyebabkan penumpukan sampah plastik (Zhou *et al.*, 2023). Permasalahan sampah plastik di lingkungan menjadi isu pembicaraan di seluruh dunia. Dari laut hingga darat sampah plastik menjadi ancaman serius untuk lingkungan karena ketidakmampuannya terurai secara hayati dan ketika dibakar plastik akan melepaskan asap beracun. Diperkirakan 99% bahan baku produksi plastik terbuat dari sumber daya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui (Chalermthai *et al.*, 2021). Biodegradasi plastik menjadi lambat diakibatkan dari berbagai faktor, seperti berat molekul, kristalinitas, dan bentuk fisik. Berat molekul adalah faktor yang sangat penting karena semakin berat molekulnya semakin sulit untuk mikroorganisme memecahkannya. Disisi lain kristalin juga berpengaruh, yang dimana plastik amorf lebih mudah terurai dibanding dengan plastik kristalin. Sedangkan untuk bentuk fisik menghambat proses biodegradasi jika bentuknya lebih kompleks (López Rocha *et al.*, 2020).

Sekitar 80% dari plastik yang diproduksi di seluruh dunia tidak di daur ulang atau digunakan dengan cara lain. Bioplastik didefinisikan sebagai plastik yang dapat terurai secara hayati dan memiliki sifat biodegradabel yang menawarkan alternatif berkelanjutan dibandingkan dengan plastik komersial. Produksi bioplastik diperkirakan akan terus meningkat, dengan pencapaian 2,4 juta ton pada tahun 2023 (Jögi & Bhat, 2020). Peningkatan ini disebabkan karena tingginya kesadaran masyarakat tentang bahaya plastik untuk lingkungan dan kesehatan (Jiménez-Rosado, Rubio-Valle, *et al.*, 2020). Para ilmuwan kini semakin fokus mengembangkan bioplastik karena kepopulerannya sebagai pengganti plastik komersial yang berbahan dasar minyak bumi (Wang *et al.*, 2021). Alasan inilah yang membuat banyak negara dan perusahaan yang melirik bioplastik karena banyak jenis bioplastik yang dapat terurai secara hayati, sehingga mampu mengurangi sampah plastik di alam (Nandakumar *et al.*, 2021). Produksi bioplastik ramah lingkungan berperan penting, terutama dalam hal emisi gas rumah kaca. Emisi yang dihasilkan dari produksi bioplastik cenderung lebih rendah. Sehingga penggunaan bioplastik secara langsung mendukung tujuan global untuk mencapai nol emisi karbon (Venâncio *et al.*, 2022).

Beberapa bahan baku untuk pembuatan bioplastik berasal dari tanaman yang tidak bisa dimakan atau produk sampingan industri pengolahan makanan sehingga produksi bioplastik tidak bersaing dengan sumber daya makanan dan dapat berjalan tanpa mengganggu ketersediaan bahan pangan (Merino *et al.*, 2024). Bioplastik merupakan jenis plastik yang memiliki kemampuan untuk terdegradasi secara alami melalui aktivitas mikroorganisme pada waktu tertentu (Park *et al.*, 2024). Berbagai sumber daya terbarukan seperti selulosa, pati, minyak alami, dan protein dimanfaatkan

untuk pengembangan bioplastik guna menawarkan alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Yang *et al.*, 2022).

Protein menjadi salah satu bahan baku bioplastik paling menarik saat ini dan masih sangat jarang digunakan. Sifat mekaniknya yang jauh lebih rendah dan harganya yang lebih tinggi membuat penggunaan bioplastik dari protein masih terbatas. Salah satu asal protein yaitu dari produk sampingan atau limbah industri pertanian pangan serta sifat mekaniknya yang rendah dapat ditingkatkan melalui berbagai metode perlakuan, seperti perlakuan kimia, enzimatik, atau fisik. Misalnya, formaldehida (HCHO) dan asam nitrat telah digunakan sebagai agen pembentuk ikatan silang kimia (Jiménez-Rosado, Bouroudian, *et al.*, 2020). Kandungan protein seperti asam amino lisin (*lys*) dan arginin (*arg*) diharapkan bereaksi dengan HCHO dalam larutan air dan menghasilkan ikatan silang (Yamada *et al.*, 2020).

M. Yamada *et al* (2020) yang telah melakukan penelitian sebelumnya tentang pembuatan bioplastik berbasis protein dari kedelai dengan HCHO menghasilkan sifat mekanik yang kuat dan bersifat biodegradabel (Yamada *et al.*, 2020). Pada penelitian selanjutnya juga telah dilakukan oleh B. Chalermthai *et al* (2021), produksi bioplastik berbasis protein dengan perlakuan panas dapat meningkatkan sifat mekanik (Chalermthai *et al.*, 2021). Terdapat 3 jenis ikatan silang, yaitu ikatan silang fisik, ikatan silang kimia, dan ikatan silang enzimatik. Dengan adanya ikatan silang, bioplastik berbasis protein dapat menghasilkan perubahan struktural pada sifat mekanik (Yamada *et al.*, 2019). Protein dari Ampas Tahu adalah salah satu kandidat yang menarik untuk di jadikan bahan baku bioplastik. Ampas tahu memiliki protein yang cukup tinggi, serta merupakan limbah dan belum dimanfaatkan secara optimal (Perez-Puyana *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mendapat inspirasi untuk membuat bioplastik berbahan dasar Protein Ampas Tahu dan Formaldehida (HCHO). Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bioplastik berbasis Protein Ampas Tahu melalui proses sintesis, serta menganalisis sifat struktur dan kemampuan degradasinya. Diharapkan bioplastik berbasis Protein Ampas Tahu menjadi solusi berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan plastik komersial.

## 1.2 Studi Khusus

- a. **Ampas tahu** merupakan limbah padat yang diperoleh dari pembuatan tahu dan susu kedelai. Ampas tahu yang segar berwarna putih kekuningan yang mengandung 74-80,25 % kelembaban, 9,91-32,8 % berat kering protein, 6,22-21,98 % lemak, 4,1-23,4 % serat kasar, 50-80 mg kalsium, 0,08-1,3 mg besi, dan <0,1-1,46 mg tembaga per 100 g. Pembuatan bioplastik dari ampas tahu tidak hanya memberikan film yang baik, karena ampas tahu berasal dari industri tahu maka pembuatan bioplastik dari ampas tahu juga mengurangi limbah dari industri sehingga mendukung produksi yang lebih berkelanjutan dan tentunya menjadi ramah lingkungan (Perez-Puyana *et al.*, 2022).
- b. **Formaldehida (HCHO)** adalah salah satu senyawa organik paling sederhana dan termasuk dalam kelompok gas aldehida yang sangat reaktif. Kegunaan dari HCHO yakni sebagai komponen perekat, pelapis, pengawet, dan resin buatan, membeku pada suhu <92°C dan mendidih pada suhu 300°C. HCHO memiliki sifat fisik berupa cairan jernih, tidak berwarna, bau menusuk, uap merangsang selaput lendir hidung,

dan ketika tempat penyimpanannya dingin akan membuat cairannya keruh (Ginting *et al.*, 2024). HCHO telah digunakan dalam proses pembuatan bioplastik untuk meningkatkan kinerjanya. HCHO digunakan dalam pembuatan resin dan polimer, serta dapat berperan sebagai agen pengawet untuk meningkatkan mekanik bioplastik. HCHO dijadikan aditif untuk modifikasi bioplastik sehingga mampu meningkatkan sifat mekaniknya. HCHO dapat bereaksi dengan gugus amino atau imino dalam larutan berair pada kondisi sedang yang menghasilkan turunan metilol kemudian membentuk ikatan silang metilen. Salah satu keuntungan menggunakan HCHO dalam pembuatan bioplastik yaitu harganya yang relatif murah (Yamada *et al.*, 2020).

- c. **Bioplastik** terbuat dari bahan yang tergolong sebagai bahan berbasis hayati atau dapat terurai secara hayati. Istilah "Biobased" berasal dari biomassa, dan "Biodegradability" adalah proses yang dimana mikroorganisme mengubah bahan tersebut menjadi air, karbon dioksida, dan biomassa (Abang *et al.*, 2023). Sumber biomassa berkaitan dengan biopolimer alami, seperti karbohidrat, protein, serpihan kayu, karet alam, limbah makanan daur ulang, dll. Seperti yang diketahui, biopolimer memiliki sifat biodegradabel serta dapat diperoleh dari berbagai makhluk hidup dan tidak ada biaya untuk sintesis polimer. Biopolimer juga ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia (Yamada *et al.*, 2020). Pada tahun 2020, kapasitas produksi bioplastik secara global mencapai 2,11 juta ton. Menurut proyeksi, pasar bioplastik akan mengalami pertumbuhan signifikan sebesar 36% dan akan mencapai 2,87 juta ton di tahun 2025 mendatang (Rahman & Bhoi, 2021).
- d. **Karakterisasi bioplastik** melibatkan berbagai macam metode untuk memahami sifat dan perilaku material tersebut. Ada beberapa karakterisasi bioplastik, seperti analisis termal (*Differential scanning calorimetry* dan *Thermogravimetric analysis*) (Amin *et al.*, 2019), analisis mekanis (uji tarik, uji tekan, dan uji lentur) (Jiménez-Rosado, Bouroudian, *et al.*, 2020), analisis struktur (*Fourier transform infrared spektroskopi* dan *nuclear magnetic resonance*), analisis morfologi (*scanning electron microscopy* dan *Transmission electron microscopy*) (Yamada *et al.*, 2020), Uji sifat degradasi (uji biodegradabilitas dan uji hidrolisis) dan analisis sifat fisik (uji destitas dan uji penyerapan air) (Jiménez-Rosado, Rubio-Valle, *et al.*, 2020). Degradasi merupakan proses yang tidak bisa diubah dan menyebabkan perubahan signifikan dalam struktur plastik yang dapat mengakibatkan hilangnya sifat-sifat asli plastik dan akhirnya menyebabkan fragmentasi menjadi bagian-bagian kecil (Rahman & Bhoi, 2021). Sebagian besar tingkat degradasi bioplastik tampaknya sangat bergantung pada luas permukaan polimer, karena ini sering menjadi faktor pembatas dalam proses degradasi. Degradasi bioplastik dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kristalinitas, morfologi, temperatur, dan ketebalan material (López Rocha *et al.*, 2020). Faktor-faktor ini menentukan seberapa cepat dan efektif proses degradasi berlangsung. Degradasi terjadi lebih cepat ketika bioplastik berada di lingkungan tanah. Selain itu, seiring dengan berjalannya waktu, bioplastik mengalami perubahan sifat fisik yang merupakan bagian dari proses degradasi keseluruhan (Nandakumar *et al.*, 2021).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan proses sintesis yang optimal agar menghasilkan bioplastik berbasis protein ampas tahu dan formaldehida dengan sifat mekanik yang baik.
2. Menganalisis karakterisasi struktur dan kemampuan degradasi bioplastik berbasis protein ampas tahu dan formaldehida.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Penelitian ini mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta membantu mengurangi limbah ampas tahu yang dihasilkan dari industri tahu.
2. Penelitian ini menjadi pengembangan baru untuk bioplastik yang dapat terdegradasi dan menjadi peluang dalam pengembangan material bioplastik dengan sifat mekanik yang baik serta membantu mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional.
3. Penelitian ini menambah pengetahuan dalam bidang material berbasis biopolimer dan dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya serta menumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan material ramah lingkungan.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, tepatnya pada bulan Februari-Juni 2024 bertempat di Laboratorium Material dan Energi Departemen Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.

### 2.2 Alat dan Bahan

#### a. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- a. Gelas beker 500 ml
- b. Gelas ukur 50 ml
- c. Gelas ukur 10 ml
- d. Pipet tetes
- e. Spatula besi
- f. Cawan petri
- g. *Hot plat stirrer*
- h. *Magnetic bar*
- i. Neraca analitik
- j. Sentrifugasi
- k. pH meter
- l. Kain saring
- m. Cetakan persegi ukuran 20 x 20 cm
- n. Oven
- o. Gunting
- p. Penggaris
- q. Loyang
- r. Batang pengaduk
- s. Ayakan 100 mesh
- t. *Stopwatch*
- u. *Blender*
- v. *X-Ray diffraction*
- w. *Fourier transform infrared*
- x. *Texture analyzer*

#### b. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

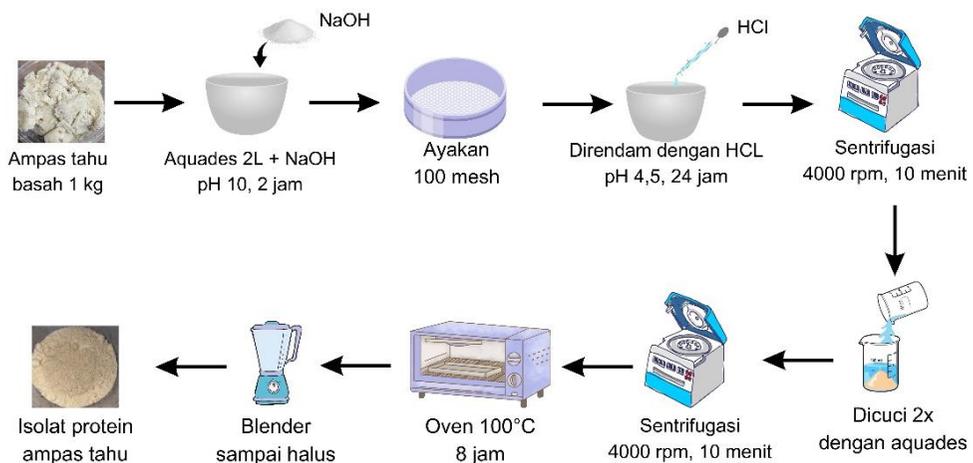
- a. Isolat protein ampas tahu
- b. Formaldehida (HCHO)
- c. Aquades (H<sub>2</sub>O)
- d. Natrium Hidroksida (NaOH)
- e. Asam Klorida (HCl)

- f. Tanah
- g. Air laut

## 2.3 Prosedur Penelitian

### 2.3.1 Pembuatan isolat protein

Ampas tahu basah 1 kg yang di tambahkan 2 L aquades, di tambahkan NaOH hingga mencapai pH 10 dengan waktu perendaman selama 120 menit, kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan larutan. Setelah itu, diendapkan dengan HCl pada pH 4,5 selama 1 malam dan di simpan dalam kulkas. Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Endapan protein dicuci menggunakan aquades sebanyak 2x, lalu dilakukan kembali sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Endapan protein tercuci dikeringkan dengan oven selama 480 menit pada suhu 100°C. Terakhir isolat protein ampas tahu dihaluskan menggunakan *blender* (Acquah *et al.*, 2020).

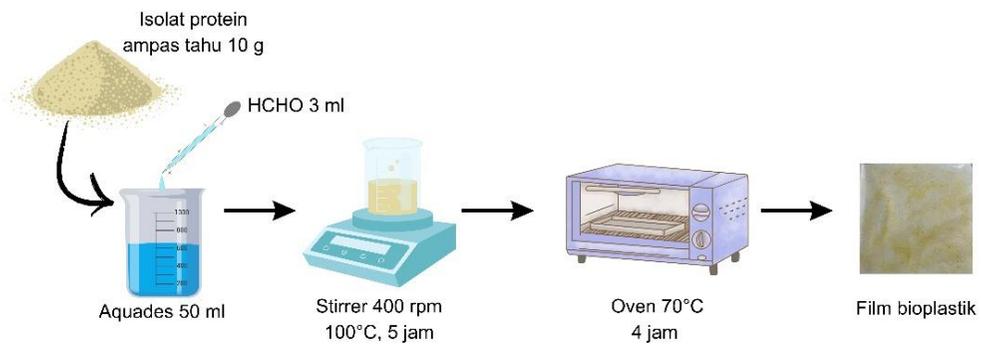


**Gambar 2.1** Pembuatan isolat protein ampas tahu

### 2.3.2 Pembuatan bioplastik

#### a. Ampas tidak disaring (sampel I)

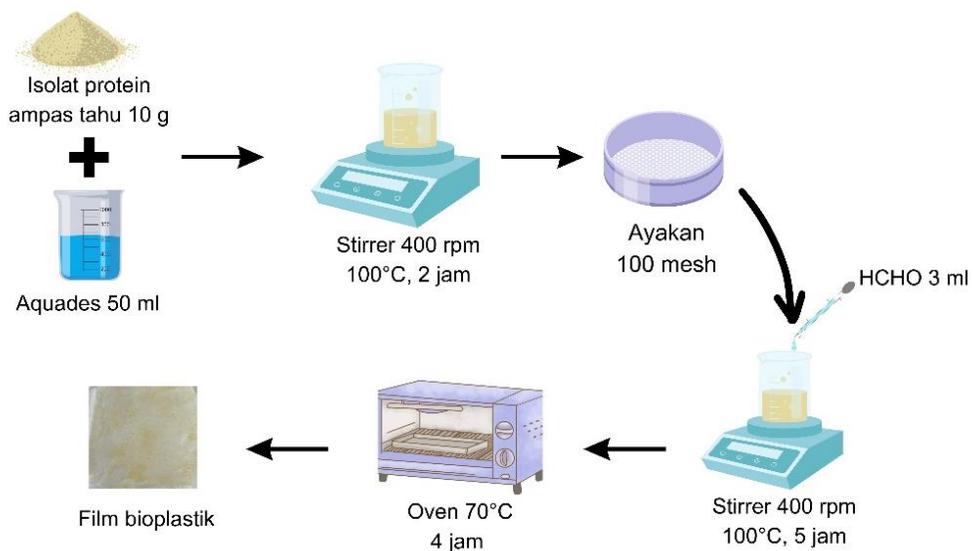
Film campuran sampel bioplastik ini menggunakan metode pengecoran dan proses pembuatannya yang sedikit dimodifikasi (Liu *et al.*, 2021). Isolat protein ampas tahu sebanyak 10 g ditambahkan 3 ml formaldehida (6% HCHO berair) yang dilarutkan dengan 50 ml aquades menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 100°C dengan kecepatan 400 rpm selama 300 menit atau sampai larutan homogen dan membentuk gel. Kemudian larutan yang berbentuk gel tersebut dituang ke cetakan yang telah di siapkan, lalu dimasukkan ke oven pada suhu 70°C selama 240 menit atau hingga sampel tersebut kering (Yamada *et al.*, 2020) (Amin *et al.*, 2019).



**Gambar 2.2** Pembuatan sampel I bioplastik protein ampas tahu

### b. Ampas disaring (sampel II)

Isolat protein ampas tahu sebanyak 10 g dilarutkan ke dalam 50 ml aquades menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 100°C dengan kecepatan 400 rpm selama 120 menit lalu larutan tersebut di saring menggunakan ayakan 100 mesh untuk membuang ampasnya. Setelah itu, larutan isolat protein ampas tahu ditambahkan 3 ml formaldehida (6% HCHO berair) dan di aduk menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu 100°C dengan kecepatan 400 rpm selama 300 menit hingga larutan homogen dan membentuk gel. Kemudian larutan yang berbentuk gel tersebut dituang ke cetakan yang telah di siapkan, lalu dimasukkan ke oven pada suhu 70°C selama 240 menit atau hingga sampel tersebut kering (Yamada *et al.*, 2020) (Amin *et al.*, 2019).



**Gambar 2.3** Pembuatan sampel II bioplastik protein ampas tahu

## 2.4 Karakterisasi Bioplastik

### 2.4.1 Uji X-Ray Diffraction (XRD)

Difragtometer sinar-X adalah alat untuk mengukur pola difraksi sinar-X sampel bioplastik. XRD dilakukan untuk menentukan struktur kristal bioplastik dengan memanfaatkan interaksi antara sinar-X dan kisi kristal dari material bioplastik. Arus dan tegangan masing-masing 30 mA dan 40 kV (Yang *et al.*, 2022). Sampel bioplastik yang akan diuji dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm. Untuk menentukan ukuran kritis (D) bioplastik dapat menggunakan persamaan rumus Debye Scherre (Mathew *et al.*, 2021) :

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

Keterangan:

D = ukuran kristal

k = konstanta scherrer

$\lambda$  = panjang gelombang

$\beta$  = full width at half maximum (FWHM)

$\theta$  = sudut difraksi

### 2.4.2 Uji Fourier Transform Infrared (FTIR)

Pengujian FT-IR dilakukan untuk menentukan gugus fungsi yang ada dalam film bioplastik (Acquah *et al.*, 2020). Spektrum FT-IR dilakukan pada kisaran bilangan gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  (Nigam *et al.*, 2021). Sampel bioplastik yang akan diuji dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm.

### 2.4.3 Uji Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik bioplastik. Sampel di potong sesuai standar ASMT D882 (Yang *et al.*, 2022). Sampel yang akan diuji dipotong dengan ukuran 5 x 2 cm. Secara matematis pengukuran kuat tarik dihitung menggunakan persamaan 2 (Arifin *et al.*, 2016):

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

$\sigma$  = *Tensile* (MPa)

$F_{max}$  = kekuatan tarik maksimum (N)

A = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Modulus young ( $E$ ) adalah ukuran kekakuan suatu material. Ini didefinisikan sebagai rasio tegangan tarik ( $\sigma$ ) terhadap regangan tarik ( $\epsilon$ ). Secara matematis dapat dihitung menggunakan persamaan 3:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

$\sigma$  = *Tensile* (MPa)

$\epsilon$  = Regangan tarik (%)

## 2.4.4 Uji Biodegradabilitas

### (a) Uji degradasi dengan air laut

Degradasi bioplastik bisa merugikan kehidupan laut, bioplastik dapat mengubah sifat fisik dan kimia air yang akhirnya akan masuk ke lingkungan laut. Dalam air laut bioplastik dapat dikatakan terurai secara hayati jika telah hancur sebelum hari 217. Pengujian biodegradabilitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan terurainya sampel terhadap lingkungan air ataupun tanah (Venâncio *et al.*, 2022). Maka dari itu pengujian degradasi pada air laut dilakukan untuk melihat seberapa lama film bioplastik terurai. Sebelum direndam ke air laut, sampel dipotong dengan ukuran 4 x 2 cm.

### (b) Uji degradasi dengan tanah kompos

Pengomposan dilakukan sekurang-kurangnya selama 6 bulan, dan dalam jangka waktu itu setidaknya 90% sudah harus terdegradasi (Jōgi & Bhat, 2020). Film bioplastik yang dikomposkan terpecah menjadi biomassa yang kaya akan nutrisi dan harus memenuhi standar kompos ASTM D6400 (Nandakumar *et al.*, 2021). Film bioplastik ditanam kedalam tanah yang bercampuran sampah tanaman, kotoran sapi, sisa makanan, dan air (Nigam *et al.*, 2021). Uji biodegradabilitas dengan pengomposan ini juga dilakukan pengukuran selama waktu tertentu. Adapaun kehilangan berat dari sampel dihitung menggunakan persamaan 4 (Jangong *et al.*, 2021). Sampel bioplastik yang akan di tanam dipotong dengan ukuran 4 x 3 cm.

$$I = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

$I$  = *weight loss* (%)

$W_0$  = berat sebelum ditanah (gr)

$W$  = berat setelah di tanah (gr) pada waktu yang telah di tentukan

## 2.5 Bagan Alir Penelitian

