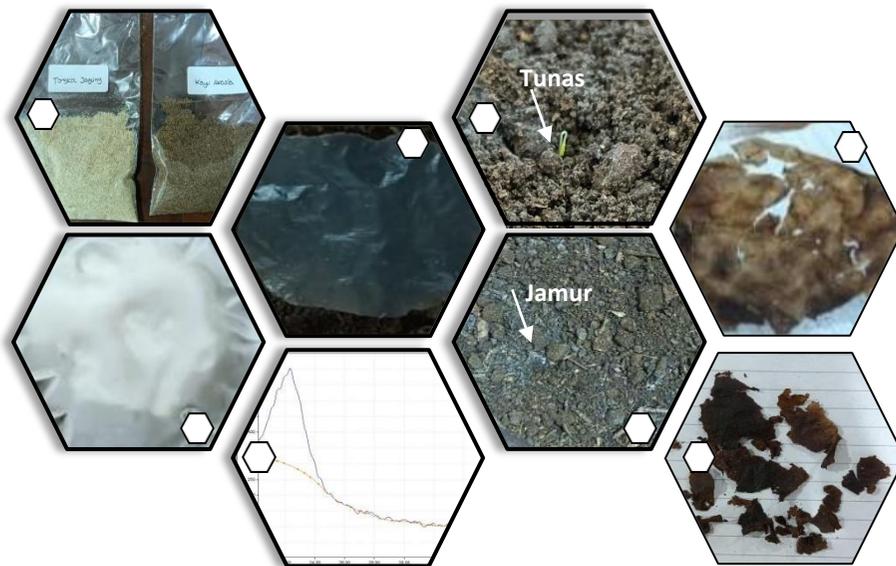


I

# LAJU BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERDASARKAN KRISTALINITAS DARI TONGKOL JAGUNG DAN KAYU AKASIA



**FIRMANSYAH  
M021201040**



**PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## **SKRIPSI**

# **LAJU BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERDASARKAN KRISTALINITAS DARI TONGKOL JAGUNG DAN KAYU AKASIA**

Oleh:

**FIRMANSYAH  
M021201040**



**PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## HALAMAN PENGAJUAN

# LAJU BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERDASARKAN KRISTALINITAS DARI TONGKOL JAGUNG DAN KAYU AKASIA

**FIRMANSYAH  
M021201040**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana

Program Studi Rekayasa Kehutanan

Pada

**PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

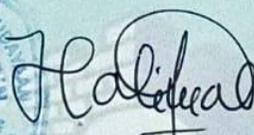
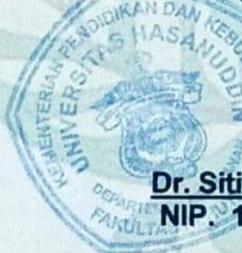
**HALAMAN PENGESAHAN****LAJU BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERDASARKAN  
KRISTALINITAS DARI TONGKOL JAGUNG DAN KAYU  
AKASIA****Disusun dan Diajukan Oleh****Firmansyah  
M021201040**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Program Studi Rekayasa Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 5 Agustus 2024 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**  
6/8/24**Dr. Andi Detti Yunianti, S.Hut., M.P.**  
**NIP. 197006061995122001****Pembimbing Pendamping****Dr. Suhasman, S.Hut., M.Si.**  
**NIP.196904022000031001**

Mengetahui

**Ketua Program Studi Rekayasa Kehutanan**  
**Dr. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P.**  
**NIP. 1982020920150442002**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firmansyah  
Nim : M021201040  
Program Studi : Rekayasa Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

"Laju Biodegradasi Bioplastik Berdasarkan Kristalinitas dari Tongkol  
Jagung dan Kayu Akasia"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, 21 Juli 2024

Yang menyatakan



Firmansyah

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia, limpahan rahmat, berkah, kesehatan, maupun kekuatan dari sisi-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Laju Biodegradasi Bioplastik Berdasarkan Kristalinitas dari tongkol Jagung dan Kayu Akasia”. Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana (S1) di Program Studi Rekayasa Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan penulis, Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang diutus sebagai rahmat bagi seluruh alam.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada Ayahanda **Muh. Sale** dan Ibunda tercinta **Wahidah** yang senantiasa mendoakan, menemani, memberi perhatian, kasih sayang, nasihat, serta mendidik dan membesarkan penulis. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada saudara saya **Fira Mita Silda** dan **Firhamsyah** atas dukungannya selama ini. Semoga di hari esok, penulis kelak menjadi anak yang membanggakan dan berguna untuk keluarga tercinta.

Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara materi maupun non materi. Penulis mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormatnya kepada :

1. Ibu **Dr.A. Detti Yunianti, S.Hut., M.P.** dan Bapak **Dr. Suhasman, S.Hut., M.Si.** selaku dosen pembimbing yang dengan tulus, ikhlas, dan sabar dalam memberikan bimbingan, arahan, dan meluangkan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak **Agussalim, S.Hut., M.Si.** dan Bapak **Dr. Kidung Tirtayasa Putra Pangestu, S. Hut., M.Si..** selaku dosen penguji atas saran masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
3. Kak **Heru Arisandi, S.T.** selaku Laboran di Laboratorium Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan yang telah banyak membantu selama proses penelitian.
4. Ketua Program Studi Rekayasa Kehutanan ibu **Dr. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P.** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya.
5. Bapak/ibu **Dosen Fakultas Kehutanan** yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab tanpa mengenal lelah serta seluruh **Staf Fakultas Kehutanan** yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
6. Teman - teman dan keluarga besar **Laboratorium Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan** atas bantuannya untuk menyelesaikan skripsi

ini.

7. Kepada seluruh keluarga besar **Foren'20** dan **IMPERIUM'20**, penulis ucapkan banyak terima kasih untuk segala bantuan, motivasi, dukungan, kebersamaan, kekeluargaan, dan suka duka dimasa perkuliahan hingga masa akhir semester yang telah dilalui bersama.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan bagi kita semua.

Makassar, 21 Juli 2024

Firmansyah

## ABSTRAK

Firmansyah (M021201040). **Laju Biodegradasi Bioplastik Berdasarkan Kristalinitas dari Tongkol Jagung dan Kayu Akasia** (Andi Detti Yuniarti dan Suhasman).

Plastik konvensional berbasis minyak bumi menimbulkan ancaman serius bagi lingkungan karena membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai. Bioplastik, sebagai alternatif yang ramah lingkungan, menawarkan solusi potensial. Salah satu bahan baku bioplastik yang menjanjikan adalah selulosa, yang memiliki kristalinitas yang mempengaruhi laju biodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh kristalinitas selulosa terhadap laju biodegradasi bioplastik. Limbah tongkol jagung dan kayu akasia diisolasi menggunakan metode Cross and Bevan dan diasetilasi untuk menghasilkan turunan selulosa (deasetat). Bioplastik dibuat dengan melarutkan deasetat menggunakan asam sulfat dan asam glasial dengan lima perlakuan: 100% Akasia, 100% Tongkol jagung, 50% Akasia + 50% Tongkol jagung, 75% Akasia + 25% Tongkol jagung, dan 25% Akasia + 75% Tongkol jagung. Kristalinitas diukur menggunakan X-ray Diffraction (XRD), dan laju biodegradasi diuji dengan metode inkubasi dalam tanah (*Soil Burial Test*). Bioplastik dari selulosa tongkol jagung dengan kristalinitas terendah (36,17%) menunjukkan laju biodegradasi tertinggi (1,217%/hari), setara dengan 2,73 bulan untuk terurai. Sebaliknya, bioplastik dari selulosa kayu akasia dengan kristalinitas tertinggi (66,04%) menunjukkan laju biodegradasi terendah (0,22%/hari), membutuhkan 15,07 bulan untuk terurai. Kristalinitas selulosa memiliki pengaruh signifikan terhadap laju biodegradasi bioplastik. Bioplastik dari tongkol jagung yang memiliki laju biodegradasi yang tinggi, merupakan bahan baku yang lebih ideal untuk bioplastik yang ramah lingkungan.

**Kata Kunci** : Bioplastik; Kristalinitas; Laju Biodegradasi; Tongkol Jagung; Kayu Akasia

## ABSTRACT

Firmansyah (M021201040) **Biodegradation Rate of Bioplastics as a Function of Crystallinity from Corn Stalk and Acacia Wood** (Andi Detti Yunianti dan Suhasman)

Conventional petroleum-based plastics pose a severe threat to the environment as they take hundreds of years to decompose. Bioplastics, as an eco-friendly alternative, offer a potential solution. One promising feedstock for bioplastics is cellulose, whose crystallinity affects the rate of biodegradation. This study aimed to observe the influence of cellulose crystallinity on the biodegradation rate of bioplastics. Corncob and acacia wood waste were isolated using the Cross and Bevan method and acetylated to produce cellulose derivatives (deacetates). Bioplastics were fabricated by dissolving deacetates using sulfuric acid and glacial acetic acid with five treatments: 100% Acacia, 100% Corncob, 50% Acacia + 50% Corncob, 75% Acacia + 25% Corncob, and 25% Acacia + 75% Corncob. Crystallinity was measured using X-ray Diffraction (XRD), and the biodegradation rate was tested using the soil burial test. Bioplastics from corncob cellulose with the lowest crystallinity of 36.17% showed the highest biodegradation rate of 1.217%/day, equivalent to 2.73 months to decompose. Conversely, bioplastics from acacia wood cellulose with the highest crystallinity of 66.04% showed the lowest biodegradation rate of 0.22%/day, requiring 15.07 months to decompose. Cellulose crystallinity has a significant influence on the biodegradation rate of bioplastics. Cellulose with low crystallinity exhibits a higher biodegradation rate, making it a more ideal feedstock for environmentally friendly bioplastics.

**Keywords :** Bioplastic; Crystallinity, Biodegradation rate, Corn cob, Acacia wood

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN PENGAJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Landasan Teori.....	3
<b>BAB II. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>5</b>
2.1 Waktu dan Tempat .....	5
2.2 Alat dan Bahan .....	5
2.3 Prosedur Penelitian .....	5
2.3.1 Penyiapan Bahan .....	6
2.3.2 Pengukuran Kristalin .....	6
2.3.3 Hidrolisis Zat Ekstraktif .....	7
2.3.4 Isolasi Selulosa .....	7
2.3.5 Selulosa Asetat dan Pembuatan Bioplastik Selulosa .....	7
2.3.6 Pengujian Laju Biodegradasi Bioplastik .....	8
2.4 Analisis Data.....	9
<b>BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Kristalinitas Tongkol Jagung dan Kayu Akasia.....	10
3.1.1 Kayu Akasia .....	10
3.1.2 Tongkol Jagung.....	11
3.2 Biodegradasi.....	11
3.2.1 Perubahan Fisik Bioplastik .....	11

3.2.2 Laju Biodegradasi .....	13
<b>BAB IV. PENUTUP .....</b>	<b>17</b>
4.1 Kesimpulan.....	17
4.2 Saran.....	17
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>18</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>22</b>

**DAFTAR TABEL**

Nomor urut	Halaman
1. Analisis RAL (anova) laju biodegradasi.....	15
2. Uji lanjut (BNJ/TUKEY).....	16

**DAFTAR GAMBAR**

Nomor urut	Halaman
1. Proses acetilasi selulosa menjadi selulosa asetat.....	4
2. Alur kerja penelitian .....	6
3. Pola difraksi akasia.....	10
4. Pola difraksi grafik tongkol jagung .....	11
5. (a) Tampilan bioplastik setelah di uji, (b) kondisi tanah inkubasi .....	12
6. Biodegradasi berdasarkan interval waktu pengawatan .....	13
7. Laju biodegradasi berdasarkan interval waktu pengamatan.....	14
8. Prediksi waktu bioplasti terurai habis dalam bulan.....	14

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
1. Hasil analisis kristalinitas akasia dari aplikasi origin.....	22
2. Hasil analisis kristalinitas material tongkol jagung dari aplikasi origin .....	24
3. Analisis ukuran kristal (d) nm menggunakan software origin.....	26
4. Data laju biodegradasi bioplastik .....	27
5. Analisis data Ral (anova) dan BNJ laju biodegradasi .....	29
6. Rata-rata laju biodegradasi dan waktu bioplastik terurai .....	30

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Plastik adalah bahan yang serbaguna dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kehadirannya telah mengubah cara manusia hidup dan memainkan peran penting dalam berbagai kegiatan manusia. Sebagian besar plastik yang digunakan saat ini terbuat dari minyak bumi, dikarenakan fleksibilitas yang dirasa lebih baik. Terlepas dari banyak keuntungan dari plastik berbasis minyak bumi terdapat ancaman besar bagi lingkungan karena membutuhkan ratusan tahun untuk dapat terurai (sekitar 100 – 500 tahun agar dapat terurai secara sempurna) (Farin, 2021).

Penggunaan plastik yang berlebihan telah menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), jumlah timbunan sampah di seluruh wilayah Indonesia pada tahun 2020 sebesar 67,8 juta ton meningkat menjadi 160,2 juta ton pada tahun 2023 atau meningkat 112,4 %. Khusus sampah plastik juga terus meningkat dari 11,6 juta ton pada tahun 2021 meningkat menjadi 17,02 juta ton pada tahun 2023 atau meningkat 46 % (SIPSN, 2023).

Namun sayangnya, sampai sekarang produksi sampah plastik yang terus meningkat belum diimbangi dengan pengolahan yang cepat dan tepat sehingga jumlah sampah plastik yang ada semakin bertambah. Selain itu, plastik yang tidak terurai dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kehidupan satwa liar dan manusia. Upaya untuk mengatasi masalah limbah plastik adalah dengan mengembangkan plastik yang terbuat dari bahan alam. Plastik ini disebut bioplastik dan dapat terurai secara alami dalam waktu yang jauh lebih singkat, baik terdegradasi oleh mikroorganisme maupun dari perubahan cuaca (kelembapan dan radiasi matahari) (Kurniawati et al, 2022).

Bioplastik adalah plastik yang terbuat dari bahan-bahan alami, seperti selulosa, pati dan lignoselulosa. Potensi penggunaan bioplastik dalam industri sangat besar, karena bioplastik dapat menggantikan plastik konvensional di berbagai pengguna sebagai kemasan, tekstil, dan obat-obatan. Kelebihan - kelebihan tersebut dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari plastik konvensional. Oleh karena itu, pengembangan bioplastik menjadi sangat penting sebagai alternatif plastik yang ramah lingkungan (Faridah, 2022).

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam membuat bioplastik yaitu dengan memanfaatkan bahan selulosa. Selulosa merupakan salah satu bahan alami yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan alternatif plastik. Selulosa adalah polisakarida yang mempunyai struktur linier dan

dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Selulosa memiliki sifat yang kuat, ringan, dan biodegradabel (Dewi et al, 2021).

Kristalinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sifat selulosa. Kristalinitas merupakan derajat keteraturan molekul selulosa dalam strukturnya. Selulosa yang memiliki kristalinitas tinggi memiliki sifat yang lebih kuat dan kaku, sedangkan selulosa yang memiliki kristalinitas rendah memiliki sifat yang lebih fleksibel. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kristalinitas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik bioplastik dari selulosa. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nugroho et al (2021), kristalinitas yang lebih tinggi pada bioplastik berbasis selulosa menghasilkan material yang lebih kuat dan kaku, sedangkan kristalinitas yang lebih rendah menghasilkan bioplastik yang lebih fleksibel dan larut pada larutan basa kuat dan asam kuat. Namun peningkatan konsentrasi selulosa mikrokristalin menghasilkan kristalinitas yang lebih tinggi menurunkan laju biodegradasi, demikian sebaliknya.

Beberapa bahan berlisensiselulosa dapat dibuat bioplastik antara lain sabut kelapa (Yustinah et al, 2023), rumput laut (Nurdin et al, 2022), jerami padi (Setiawan et al, 2021), daun nanas (Natalia et al, 2019), serbuk kayu (Xia, et al, 2021) dan tongkol jagung (Fathana et al, 2022), Limbah kayu akasia dan tongkol jagung merupakan bahan baku yang mudah didapat dan memiliki biaya produksi yang relatif rendah. Dengan memanfaatkan limbah kayu akasia dan tongkol jagung untuk membuat bioplastik, kita dapat mengurangi dampak negatif dari limbah terhadap lingkungan (u zero waste). Selain itu, kita juga dapat menciptakan produk-produk baru yang ramah lingkungan dan memiliki biaya produksi yang relatif rendah.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa derajat kristalinitas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat biodegradasi bioplastik selulosa. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh kristalinitas bioplastik selulosa terhadap sifat biodegradasi-nya perlu dilakukan lebih lanjut untuk mengembangkan bioplastik yang lebih ramah lingkungan dan memiliki kinerja yang lebih baik.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui kristalinitas tongkol jagung dan kayu akasia, serta mengetahui laju biodegradasi bioplastik berdasarkan kristalinitasnya.

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas bioplastik dan memanfaatkan limbah tongkol jagung dan kayu akasia sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioplastik untuk pengurangan penggunaan plastik konvensional.

## 1.2 Landasan Teori

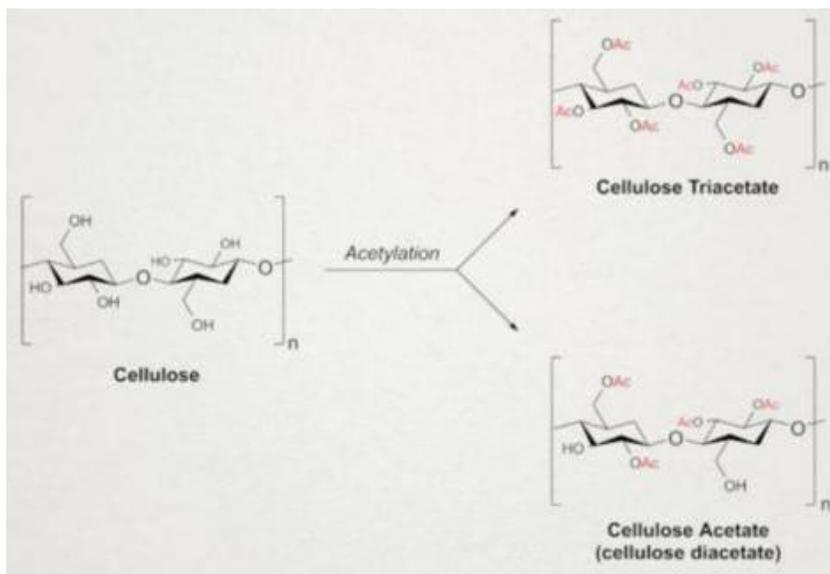
Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari bahan-bahan alami yang dapat diperbarui dan mampu terdegradasi lebih cepat sehingga bersifat ramah lingkungan. Bioplastik dapat dibuat dengan menggunakan bahan yang lignoselulosa. Selulosa merupakan bagian dari lignoselulosa, memiliki keunggulan antara lain jumlahnya melimpah, dapat diperbaharui, terdegradasi secara alami (*biodegradable*), serta bersifat termoplastik (Setiawan et al, 2021).

Kayu akasia dan tongkol jagung merupakan bahan berlignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Kadar selulosa kayu akasia berkisar antara 44,70% sedangkan kadar selulosa tongkol jagung berkisar 40% sampai 50% (Nufus et al, 2019 ; Ade dan Taflick et al, 2015). Daerah dari selulosa yang memiliki keteraturan yang tinggi disebut daerah kristalin, sedangkan daerah yang memiliki ketidakteraturan disebut daerah amorf. Kristalinitas selulosa bervariasi tergantung pada jenis selulosa dan metode isolasinya, serta mempengaruhi sifat-sifat kimia dan fisik selulosa, seperti kelarutan, modulus elastisitas, kekerasan dan kepadatan (Kunusa, 2017). Selain itu, sifat dari selulosa seperti kekerasan, kepadatan, transparansi, dan difusi juga dipengaruhi oleh kristalinitas.

Sebelum pembuatan bioplastik, dilakukan proses hidrolisis zat ekstraktif dan proses isolasi selulosa, kedua tahapan ini berpengaruh terhadap kristalinitas. Proses hidrolisis dapat meningkatkan ataupun menurunkan kristalinitas. Suhu yang tinggi dengan waktu yang lama akan menurunkan kristalinitas selulosa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arini et al, (2015) kristalinitas selulosa meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam saat hidrolisis, demikian juga terhadap kekuatan tarik selulosa.

Salah satu metode Isolasi selulosa adalah menggunakan Metode *Cross and Bevan*. Metode ini melibatkan kombinasi antara hidrolisis asam dan presipitasi amonium sulfat, dan dapat mempengaruhi kristalinitas selulosa (Rosamah, 2020). Hidrolisis asam akan memecah struktur selulosa menjadi unit-unit glukosa. Unit-unit glukosa ini kemudian akan *repolimerisasi* membentuk selulosa baru. Proses *repolimerisasi* ini dapat meningkatkan atau menurunkan kristalinitas selulosa, tergantung pada kondisi hidrolisis asam. Pada umumnya, hidrolisis asam pada suhu tinggi dan waktu yang lama akan menurunkan kristalinitas selulosa. Hal ini disebabkan karena hidrolisis asam pada kondisi tersebut akan menyebabkan depolimerisasi selulosa. Presipitasi amonium sulfat akan mengendapkan selulosa dalam bentuk selulosa sulfat. Selulosa sulfat memiliki struktur yang lebih teratur daripada selulosa natrium. Hal ini disebabkan karena ion sulfat dapat mengikat unit-unit glukosa dalam selulosa dengan lebih kuat daripada ion natrium.

Untuk melarutkan selulosa menjadi film bioplastik, selulosa harus diubah menjadi polimer turunan selulosa yaitu selulosa asetat. Selulosa asetat dihasilkan melalui proses esterifikasi atau esitilasi gugus hidroksil (-OH) pada selulosa dengan asam asetat, biasanya ditambahkan dengan asetat anhidrida untuk mengoptimalkan asetilasi. Secara sederhana, proses esterifikasi merupakan proses mengubah gugus hidroksil (-OH) menjadi gugus asetil (Ac) pada seluloasa. Secara kimiawi, selulosa asetat merupakan ester dari asam asetat dan selulosa dengan rumus kimia yaitu  $(C_6H_7)_2(OH)_3(OCOCH_3)_n$ , dimana n menunjukkan drajat substitusi, yaitu jumlah gugus hidroksil yang telah digantikan dengan gugus asetil (Wahyusi et al, 2017). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Proses acetilasi selulosa menjadi selulosa asetat

Besar kristalinitas selulosa dapat mempengaruhi laju degradasi bioplastik. Berdasarkan penelitian Nurhabibah dan Kusumaningrum (2021), laju degradasi bioplastik merupakan laju penguraian bioplastik oleh mikroorganisme. Keberhasilan bioplastik dapat ditinjau dari waktu yang dibutuhkan untuk terurai, semakin cepat bioplastik terurai maka keberhasilan bioplastik dikatakan sangat baik.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2024 di Laboratorium Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin dan *Science Building*, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin.

### 2.2 Alat dan Bahan

#### 2.2.1 Alat

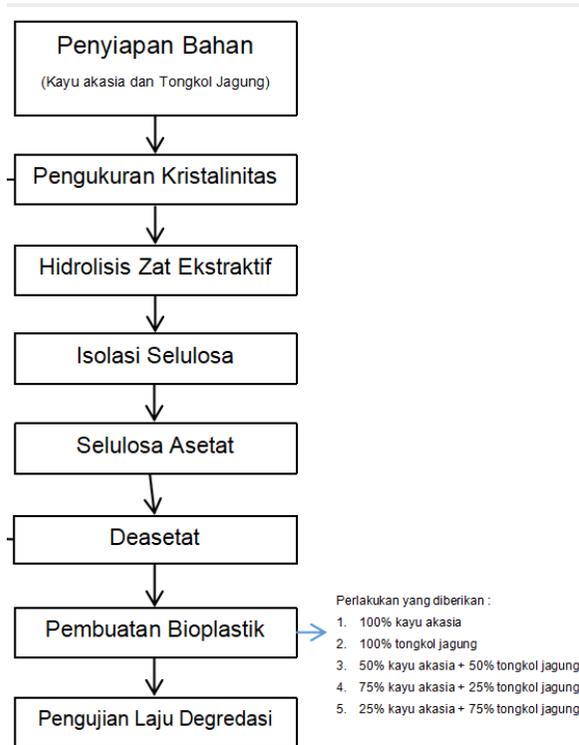
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik sampel, parang, mesin giling, mesin ayak, ayakan dengan ukuran 60/80 mesh dan timbangan, X-Ray, corong, gelas saring, kain saring, gelas ukur 100 ml, oven, timbangan digital, gegep, gelas ukur, *beaker glass*, saringan, wadah, cawan petri, batang pengaduk, dan *stopwatch*.

#### 2.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kayu akasia, tongkol jagung, *aquades*, NaOH, sodium hipoklorit, asam asetat 10%, asam glasial (PA), asam sulfat (PA), asam nitrat 3,5%, tanah dan pupuk kompos.

### 2.3 Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini, dilakukan lima tahap : (1) penyiapan bahan, (2) hidrolisis zat ekstraktif, (3) isolasi selulosa, (4) asetilasi selulosa dan pembuatan bioplastik selulosa, (5) pengujian. Alur kerja penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar. 2** Alur kerja penelitian

### 2.3.1 Penyiapan sampel

Tongkol jagung dan kayu akasia diubah menjadi serpihan-serpihan kecil dengan parang, kemudian diolah menjadi serbuk halus menggunakan mesin giling. Serbuk yang dihasilkan diayak menggunakan mesin ayak saringan 60/80 (lolos saringan 60 mesh dan tertahan saringan 80 mesh).

### 2.3.2 Pengukuran kristalinitas

Kristalinitas sampel diukur sebelum tahap hidrolisis zat ekstraktif. Kayu akasia dan tongkol jagung diukur kristalinitasnya menggunakan alat X-ray Diffraction. Perhitungan derajat kristalinitas dilakukan menggunakan aplikasi Origin dengan rumus berikut (El-Sherbini et al, 2022):

$$FWHM = \frac{1}{2} (2\theta_2 - 2\theta_1)$$

$$I_{cr} = FWHM \text{ kristal} \times \text{Intensitas}$$

$$I_a = FWHM \text{ amorf} \times \text{Intensitas}$$

$$\text{Kristalinitas \%} = \frac{I_{cr}}{I_{cr} + I_a} \times 100\%$$

Keterangan :

FWHM = *Full Width at Half Maximum*

$I_{cr}$  = Fraksi luas kristal

$I_a$  = Fraksi luas amorf

### 2.3.3 Hidrolisis zat ekstraktif

Hidrolisis zat ekstraktif dilakukan dengan metode kelarutan air panas (Sokanandi et al, 2014). Pertama, siapkan aquades panas sebanyak 8.000 ml dengan suhu 100°C. Timbang sampel uji 100 gram dan masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan aquades panas 900 ml, kemudian panaskan dalam waterbath selama 3 jam dengan suhu 100°C. Cuci sampel dengan aquades panas beberapa kali hingga filtratnya jernih. Terakhir, keringkan sampel dalam oven.

### 2.3.4 Isolasi selulosa

Serbuk bebas ekstraktif (SBE) diisolasi selulosanya menggunakan metode Cross and Baven (Rosamah, 2020). Pertama, 2,5 gram SBE dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 1000 ml dan ditambahkan 125 ml larutan asam nitrat 3,5%. Campuran dipanaskan dalam waterbath selama 12 jam pada suhu 80°C. Setelah itu, sampel uji dicuci dengan aquadest hingga tidak berwarna dan dikeringkan didalam oven. Selanjutnya, sampel uji dipindahkan kembali ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan 125 ml larutan campuran NaOH dan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Campuran dipanaskan selama 2 jam pada suhu 50°C. Hasilnya disaring dengan kain saring dan dicuci dengan aquadest hingga filtrat tidak berwarna. Kemudian, ditambahkan 100 ml larutan sodium hipoklorit 10% dan dicuci dengan air hingga diperoleh endapan berwarna putih. Selanjutnya, ditambahkan 100 ml asam asetat 10% dan dicuci hingga bebas asam dengan aquadest panas. Terakhir, sampel uji dikeringkan dalam oven pada suhu 103 ± 2°C.

### 2.3.5 Asetilasi selulosa dan pembuatan bioplastik

Proses asetilasi selulosa dilakukan berdasarkan penelitian Apriani, et al (2017). Pertama, 5 gram sampel selulosa dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian, tambahkan campuran 20 ml asam asetat dan 1 ml asam sulfat. Aduk campuran selama beberapa menit hingga seluruh bagian sampel terbasahi. Diamkan campuran selama kurang lebih satu jam dengan sesekali diaduk. Setelah itu, tambahkan 50 ml asam asetat hingga menutupi seluruh bagian sampel. Masukkan campuran ke dalam penangas air panas dan jaga suhu pada 50°C selama 30 menit, selulosa yang dihasilkan disebut dengan deasetat.

Selanjutnya, panaskan sampel selulosa dalam penangas air hingga mencapai suhu 60°C. Tambahkan 20 ml asam asetat encer dengan 1 ml asam

sulfat. Masukkan kembali campuran ke dalam penangas air dan jaga suhu pada 50°C selama 30 menit. Lakukan penyaringan menggunakan kain saring dan ulangi proses penyaringan hingga pH air mencapai 6-7.

Setelah diperoleh endapan larutan selulosa, tuangkan ke dalam cetakan yang telah dilapisi plastik tahan panas. Berikan label pada setiap sampel. Keringkan bioplastik pada suhu ruang. Percobaan ini menggunakan 5 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan, dengan persentase bahan baku antara tongkol jagung dan kayu akasia sebagai berikut:

P1 : 100% akasia.

P2 : 100% tongkol jagung.

P3 : 50% akasia : 50% tongkol jagung.

P4 : 75% akasia : 25% tongkol jagung.

P5 : 25% akasia : 75% tongkol jagung.

### 2.3.6 Tahap pengujian laju degradasi bioplastik

Bioplastik diinkubasi dengan mikroorganisme dalam kondisi terkendali (*Soil Burial Test*). Pertama, siapkan 3 kg tanah yang tidak terlalu kering maupun basah. Campurkan tanah dengan kompos padat dengan perbandingan 2:1. Masukkan 200 gram campuran tanah dan kompos ke dalam wadah berukuran 750 ml.

Timbang setiap bioplastik yang akan diuji dan masukkan ke dalam wadah yang telah dibersihkan sebelumnya. Tutupi plastik dengan campuran tanah dan kompos sebanyak 100 gram, pastikan seluruh bagian bioplastik tertutupi. Diamkan wadah selama 15 hari dan lakukan pengukuran setiap 5 hari sekali. Pastikan kondisi tanah dalam wadah tidak terlalu kering maupun basah selama proses inkubasi (Masahid et al, 2023).

Laju degradasi dihitung secara bertahap pada setiap ulangan, dengan persamaan perhitungan sebagai berikut (Nurhabibah dan Kusumaningrum, 2021):

$$\text{Degradasi \%} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{Laju degradasi \% / Hari} = \frac{\text{Degradasi \%}}{\text{waktu uji}}$$

Hitung rata-rata setiap subjek perlakuan

$$\text{Rata - rata} = \frac{U_1 + U_2 + U_3 \dots U_n}{n}$$

Keterangan:

W<sub>0</sub> = Berat awal

W = Berat akhir

U = ulangan sampel

n = Jumlah ulangan

## 2.4 Analisis Data

Pengujian degradasi bioplastik dianalisa menggunakan aplikasi *excel*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Dengan faktor perlakuan yaitu persentase bahan baku antara tongkol jagung dengan kayu akasia, persentase bahan baku terdiri dari 5 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan.

Model umum rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut yang ditinjau dari Adinugraha dan Wijyaningrum (2017) :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = Pengamatan pada perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

I = Perlakuan

J = ulangan 1, 2, 3

$\varepsilon_{ij}$  = Pengaruh acak pada perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

$\tau_i$  = Pengaruh rataam ke-i

$\mu$  = Pengaruh rataan umum