

**KARAKTERISASI FISIKO-KIMIA DAN MORFOLOGI PLASTIK
BIODEGRADABLE BERPENYERAP OKSIGEN BUTYLATED
HYDROXYTOLUENE (BHT) DENGAN PENAMBAHAN
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MC)**



**ABEL YANDI NOVRAIN
G031 20 1052**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**KARAKTERISASI FISIKO-KIMIA DAN MORFOLOGI PLASTIK
BIODEGRADABLE BERPENYERAP OKSIGEN BUTYLATED
HYDROXYTOLUENE (BHT) DENGAN PENAMBAHAN
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MC)**

**ABEL YANDI NOVRAIN
G031 20 1052**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PHYSICO-CHEMICAL AND MORPHOLOGICAL
CHARACTERIZATION OF BUTYLATED HYDROXYTOLUENE (BHT)
OXYGEN-ABSORBING BIODEGRADABLE PLASTICS WITH
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MC) ADDITION**

**ABEL YANDI NOVRAIN
G031 20 1052**



**FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY STUDY PROGRAM
FACULTY OF AGRICULTURE
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR, INDONESIA
2024**

**KARAKTERISASI FISIKO-KIMIA DAN MORFOLOGI PLASTIK
BIODEGRADABLE BERPENYERAP OKSIGEN BUTYLATED
HYDROXYTOLUENE (BHT) DENGAN PENAMBAHAN
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MC)**

ABEL YANDI NOVRAIN
G031 20 1052

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

pada

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
KARAKTERISASI FISIKO-KIMIA DAN MORFOLOGI PLASTIK
BIODEGRADABLE BERPENYERAP OKSIGEN BUTYLATED
HYDROXYTOLUENE (BHT) DENGAN PENAMBAHAN
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MC)

ABEL YANDI NOVRAIN

G031 20 1052

Skripsi,


telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknologi Pertanian pada ..
Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

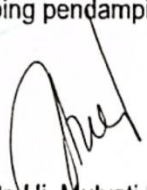
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan,

Pembimbing tugas akhir


Pembimbing pendamping tugas akhir


Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP, M.Si, Ph.D
NIP 1982020 8200604 1 003


Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS
NIP 19570923 198312 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Dr. Andi Nur Faidah Rahman, STP., M.Si
NIP 19830428 200812 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Karakterisasi Fisiko-Kimia Dan Morfologi Plastik Biodegradable Berpenyerap Oksigen *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) dengan Penambahan *Microcrystalline Cellulose* (MC)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Prof. Ir. Andi Dirpan, STP., M.Si, Ph.D** sebagai Pembimbing Utama dan **Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS** sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun 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, 24 Oktober 2024



Abel Yandi Novrain
G031 20 1052

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Fisiko-Kimia Dan Morfologi Plastik Biodegradable Berpenyerap Oksigen *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) dengan Penambahan *Microcrystalline Cellulose* (MC)”.

Penelitian dan pengerjaan skripsi ini banyak mengalami kesulitan dan kendala, namun penulis sangat berterima kasih kepada banyak pihak yang berkontribusi dan memberikan dukungan hingga skripsi ini dapat selesai dengan baik baik yang penulis sebutkan maupun yang penulis tidak sempat sebutkan satu per satu, diantaranya :

1. Keluarga yaitu **ayah (Antonius Medi)** dan **Adik (Arashleyanda Julzyvanesty)** yang telah mendoakan serta memberikan bantuan baik dari dukungan moral serta materil, dan kasih sayang yang melimpah kepada penulis sehingga penulis terus semangat dalam proses perkuliahan, penelitian hingga merampungkan tugas akhir ini.
2. Seluruh dosen di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah mendidik dan membagikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan.
3. Bapak **Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si, Ph.D** sebagai Pembimbing Utama dan Ibu **Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS** sebagai Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materil serta arahan kepada penulis melalui proses bimbingan dan diskusi sehingga kesulitan selama penelitian dapat dilewati dan penyusunan skripsi dapat dirampungkan.
4. Dosen penanggung jawab lab yang telah memberi izin untuk menggunakan fasilitas lab selama penelitian dan laboran **Kak Serli, Kak Fadia, dan Kak Nisa** yang boleh mendampingi dalam penggunaan alat lab selama penelitian berlangsung serta **Kak Aini** selama proses penelitian pendahuluan.
5. Teman-teman ITP'20 utamanya **Dinal, Yoshep, Tasya, Indah, Angel, Erika, Vemy, Karin, Neva, Trivena, Jeniver, Aliffatihah, Zahrah, Rifqah, Tzabitha, Mujahid, Ilma, Maura, Takbir, Lutfi, Dinda, Iffa, Yuyun, Farah, Fuad, Dini, Muftya, Sarmila, Fiqih, Imam, Nafila, Adhel, Jihan, Aksa, Bimo, Dewi, Emerensia, Fiqih, Indah, Ivana, Rafiqah, Firda, Nisa, Hikma, Nursetiawati, Ratu, Sutiasni, Ve, Vera, Raudhah, Ira, Leony, Juniarto, Amaliah, Dayat, Noer dan yang lainnya** yang selalu menjadi teman dan keluarga baru bagi penulis selama perkuliahan S1 penulis di Universitas Hasanuddin dan mendukung penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Teman” seperjuangan “Prod Dirpan Squad” **Indah, Angel, Ira, Nurzahirah dan Ivana**. Penulis berterima kasih karena telah menemani perjalanan

penelitian penulis hingga tahap penyusunan skripsi. Penulis juga berterima kasih karena teman” selalu ada saat penulis kesulitan dan selalu siap membantu dan menghibur penulis di saat sedang menghadapi kesulitan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

7. Kakak” dan Adik” di Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberi dukungan kepada penulis selama penelitian hingga skripsi ini terampungkan khususnya **kak Aini, kak Arfan, kak Vandy, dan kak Justasya**.
8. Keluarga **PMK Fapertahut Unhas** khususnya **Mosaik XXI** yang selalu memberikan semangat serta mendoakan penulis baik pada proses penelitian hingga penyusunan skripsi.
9. Kampa sekret yang selalu ada untuk memberikan dukungan, semangat, moral dan materil sepanjang perkuliahan, penelitian hingga tugas akhir ini. Khususnya **kak Endang dan kak Andry**.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca serta dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kemasan aktif. Penulis menyadari bahwa selama penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan dari berbagai pihak demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Penulis,
Abel Yandi Novrain

ABSTRAK

ABEL YANDI NOVRAIN. **Karakterisasi Fisiko-Kimia dan Morfologi Plastik Biodegradable Berpenyerap Oksigen Butylated Hydroxytoluene (BHT) dengan Penambahan Microcrystalin Cellulose (MC)** (dibimbing oleh Andi Dirpan dan Mulyati M. Tahir).

Latar Belakang plastik konvensional disebut sebagai sumber pencemar karena membutuhkan waktu ratusan tahun agar dapat terdekomposisi oleh alam. Plastik biodegradable hadir sebagai alternatif plastik yang tidak hanya memenuhi fungsi utamanya sebagai kemasan tetapi juga bersifat ramah lingkungan, namun diperlukan penambahan bahan pengisi atau penguat untuk mempertahankan sifat fisik plastik. **Tujuan** penelitian ini yaitu untuk mengetahui formulasi terbaik plastik *biodegradable* dengan penambahan bubuk *Microcrystalline Cellulose* (MC) dan mengetahui karakteristik plastik *biodegradable*. **Metode** penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu pertama, pembuatan plastik *biodegradable* berpenyerap oksigen dengan penambahan *Microcrystalin Cellulose* (MC) dengan variasi MC Avicel ph 102 dan MC *nata de coco* dengan konsentrasi 10% dan 20% kemudian dilakukan penentuan formulasi terbaik dengan uji morfologi. Tahap kedua dilakukan pengujian sifat fisik dan kimia. **Hasil** penelitian pada plastik diperoleh formulasi MC hidrolisis *nata de coco* 20% dengan morfologi matriks yang lebih rapat yaitu sedikitnya *void* dan *reinforcement* dan sifat fisiko-kimia berupa ketebalan sebesar $0,33 \pm 0,02$ mm, kuat tarik $5,27 \pm 0,28$ Mpa, Elongasi sebesar $0,91 \pm 0,015$ %, dan nilai Modulus Elastisitas $581,40 \pm 33,466$ Mpa, serta nilai Permeabilitas Oksigen $4,10 \pm 0,49 \times 10^{-10}$ g/m s Pa. Selain itu memiliki kadar air sebanyak $8,0 \pm 0,45$ %, mengandung senyawa eter dan ester yang berperan dalam mempertahankan sifat fisik, serta tingkat biodegradabilitas sebesar 28,86%. **Kesimpulan** penelitian ini yaitu semakin banyak penambahan bubuk *Microcrystalline Cellulose* (MC) pada plastik *biodegradable*, maka struktur matriks semakin rapat dan dengan formulasi MC *nata de coco* sebanyak 20% memiliki morfologi dengan struktur matriks yang lebih rapat dan lebih banyak terdapat *reinforcement* serta *void* yang lebih sedikit. Hal ini meningkatkan sifat fisik plastik berupa kekuatan, kekakuan, kerapatan, dan daya halang terhadap oksigen, namun tingkat elastisitasnya berkurang. Selain itu memberikan sifat kimia pada plastik dengan kadar air $8,0 \pm 0,45$ %, mengandung senyawa eter dan ester, serta memiliki tingkat biodegradabilitas yang baik.

Kata Kunci: *Microcrystalline cellulose*, *nata de coco*, penyerap oksigen, plastik *biodegradable*

ABSTRACT

ABEL YANDI NOVRAIN. *Physico-Chemical and Morphological Characterization of Oxygen-absorbing Biodegradable Plastic Butylated Hydroxytoluene (BHT) with Microcrystallin Cellulose (MC) Addition* (supervised by Andi Dirpan and Mulyati M. Tahir).

Background conventional plastics are referred to as a source of pollution because they take hundreds of years to be decomposed by nature. Biodegradable plastic comes as an alternative plastic that not only fulfills its main function as packaging but is also environmentally friendly, but it requires the addition of fillers or reinforcements to maintain the physical properties of the plastic. **The purpose** of this research was to determine the best formulation of biodegradable plastic with the addition of Microcrystalline Cellulose (MC) powder and to determine the characteristics of biodegradable plastic. **The method** of the research was carried out in two stages, namely first, making oxygen-absorbing biodegradable plastics with the addition of Microcrystallin Cellulose (MC) with variations of MC Avicel ph 102 and MC nata de coco with concentrations of 10% and 20% and then determining the best formulation by morphological testing. The second stage tested the physical and chemical properties. **The results** of the research on plastics obtained by the MC formulation of 20% hydrolysis of nata de coco with a tighter matrix morphology, namely the few voids and reinforcement and physico-chemical properties in the form of thickness of 0.33 ± 0.02 mm, tensile strength of 5.27 ± 0.28 Mpa, Elongation of $0.91 \pm 0.015\%$, and Modulus of Elasticity value of 581.40 ± 33.466 Mpa, as well as Oxygen Permeability value of $4.10 \pm 0.49 \times 10^{-10}$ g/m s Pa. In addition, it has a moisture content of $8.0 \pm 0.45\%$, contains ether and ester compounds that play a role in maintaining physical properties, and a biodegradability rate of 28.86%. **Conclusion** of this research is that the more the addition of Microcrystalline Cellulose (MC) powder to biodegradable plastics, then the structure of the matrix gets tighter and with 20% MC nata de coco formulation has a morphology with a tighter matrix structure and more reinforcements and fewer voids. This increases the physical properties of the plastic in the form of strength, stiffness, density, and resistance to oxygen, but the level of elasticity is reduced. In addition, it gives chemical properties to the plastic with a moisture content of $8.0 \pm 0.45\%$, contains ether and ester compounds, and has a good level of biodegradability.

Keywords: Microcrystalline cellulose, nata de coco, oxygen absorbent, biodegradable plastic.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Kegunaan	3
BAB II METODE PENELITIAN.....	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
2.2 Alat dan Bahan.....	4
2.3 Rancangan Penelitian	4
2.4 Prosedur Penelitian	5
2.4.1 Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> Berpenyerap Oksigen	5
2.4.2 Parameter Pengujian	5
2.4.3 Analisis Data	9
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
3.1 Penelitian Tahap I.....	10
3.1.1 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	10
3.2 Penelitian Tahap II.....	12
3.2.1 Uji Ketebalan	12
3.2.2 Uji Kuat Tarik	13
3.2.3 Uji Elongasi	14

3.2.4	Uji Modulus Elastisitas	14
3.2.5	Uji Permeabilitas Oksigen	15
3.2.6	Uji <i>Fourier Transform Infrared</i> (FT-IR).....	16
3.2.7	Uji Biodegradabilitas	18
3.2.8	Uji Kadar Air	19
BAB IV PENUTUP		20
4.1	Kesimpulan.....	20
4.2	Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....		21
LAMPIRAN		32
<i>CURRICULUM VITAE</i>		37

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil SEM plastik biodegradable MC nata de coco dan MC avicel ph 102 formulasi 0%, 10%, dan 20%	10
2. Hasil Uji Sifat Fisik dan Kimia Plastik Biodegradable	12

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Prototype plastik biodegradable multilayer (Roberta, 2020).....	13
2. Reaksi oksidasi BHT melalui mekanisme donor hidrogen.....	16
3. Spektra FTIR plastik biodegradable MC nata de coco	17
4. Diagram tingkat biodegradabilitas plastik biodegradable	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Diagram Alir Pembuatan Plastik Biodegradable Berpenyerap Oksigen	32
2. Hasil Analisis One-Way ANOVA Tingkat Biodegradabilitas	33
3. Dokumentasi Penelitian	34

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan kemasan tidak terlepas dari aktivitas dan kegiatan sehari-hari. Kemasan yang paling umum digunakan yaitu kemasan plastik. Umumnya plastik kemasan pangan harus memenuhi 4 fungsi utama, yaitu penyimpanan, pelindung, kemudahan, dan komunikasi. Namun, ada hal lain yang perlu diperhatikan yaitu pengurangan penggunaan kemasan plastik konvensional, yang merupakan sumber pencemaran lingkungan (Fitriany *et al.*, 2023). Isu plastik konvensional sebagai sumber pencemar tidak lepas dari tingginya tingkat penggunaan plastik. Hal ini disebabkan karena plastik memiliki sifat ringan, fleksibel, kuat, secara kimia stabil, permeabilitas rendah, transparan dan relatif murah. Namun, dibalik keunggulannya sebagai kemasan, plastik umumnya berasal dari sumber yang tidak terbarukan berupa minyak bumi dan sulit terdegradasi di alam karena rantai karbonnya yang panjang sehingga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Selain itu plastik konvensional/sintetik membutuhkan waktu ratusan tahun agar dapat terdekomposisi oleh alam (Utami *et al.*, 2014). Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif plastik yang tidak hanya memenuhi fungsi utamanya sebagai kemasan tetapi juga bersifat ramah lingkungan, melindungi dan meningkatkan umur simpan produk (*active packaging*) serta mudah terdegradasi di alam.

Plastik yang mudah terdegradasi atau terurai secara alami oleh mikroorganisme biasanya disebut plastik *biodegradable* (Zeenat *et al.*, 2021). Pembuatan plastik *biodegradable* terdiri dari 2 bahan utama yang umum digunakan adalah pati dan poli asam laktat (PLA). Penggunaan PLA sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable* memberikan kemasan alternatif pengganti plastik konvensional yang bersifat *biocompatible*, *recyclable*, mudah terurai dan diperoleh dari bahan yang dapat diperbaharui (Kong *et al.*, 2023). Akan tetapi dalam penerapan plastik *biodegradable* memiliki kekurangan berupa stabilitas termal yang rendah, sifat penghalang uap air dan gas yang rendah dan daya getasnya yang mampu membatasi penggunaannya (Mohan & Panneerselvam, 2022). Penambahan bahan pengisi (*filler*) atau penguat (*reinforcement*) merupakan solusi yang hadir dalam mengatasi kekurangan tersebut untuk mempertahankan sifat-sifat tersebut. Jenis bahan penguat yang dapat digunakan yaitu selulosa mikrokristalin hasil dari bakteri *Acetobacter xylinum*. Penambahan selulosa secara efektif mampu meningkatkan kekuatan tegangan, daya tarik, dan modulus elastisitas

plastik *biodegradable* sehingga penggunaannya sebagai kemasan alternatif lebih optimal (Wiradipta, 2017). Selain itu penambahan selulosa mikrokristalin mampu meningkatkan sifat penghalang plastik terhadap oksigen karena mengurangi laju difusi oksigen sehingga menurunkan tingkat permeabilitasnya (Aini, 2023).

Selain sifat mekanik, kemasan plastik *biodegradable* memiliki kekurangan dari segi permeabilitasnya, khususnya terhadap oksigen. Perbaikan sifat permeabilitas bioplastik dapat diaktualisasikan melalui pengembangan *oxygen scavenger*. Hal tersebut berdampak pada plastik yang dihasilkan, bukan hanya bersifat ramah lingkungan tetapi juga fungsi sebagai kemasan aktif. Kemasan aktif berfungsi dalam memperpanjang umur simpan atau meningkatkan sifat sensori dengan menjaga keamanan dan kualitas produk pangan melalui penambahan senyawa bioaktif tertentu secara sengaja pada sistem kemasan. Jenis *oxygen scavenger* yang digunakan dalam pembuatan kemasan aktif yaitu *butylated hydroxytoluene* (BHT). Pengaplikasian BHT kemasan memberikan pengaruh nyata dalam menghambat proses pencoklatan pada buah apel akibat oksidasi dan proses respirasi (Aini, 2023). Selain itu penerapan BHT sebagai agen *oxygen scavenging* memiliki keunggulan yaitu sifatnya yang tidak beracun sehingga aman ketika kontak langsung dengan bahan pangan (Sari *et al.*, 2018).

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam pembuatan kemasan aktif berbahan *film biodegradable* berbasis selulosa bakteri, seperti yang dilakukan oleh Xu dkk, yang mengembangkan kemasan aktif berbasis selulosa bakteri dan kitosan dengan penambahan kurkumin sebagai agen antioksidan (Xu *et al.*, 2021). Selanjutnya penelitian oleh Zahan dkk. tentang penggabungan film selulosa bakteri dengan asam laurat sebagai kemasan aktif antimikroba yang mampu memberikan efek penghambatan yang baik pada pertumbuhan *Bacillus subtilis* dan film selulosa bakteri menunjukkan degradasi 100% dengan durasi singkat yaitu pada hari ke-7 di dalam tanah (Zahan *et al.*, 2020). Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dilakukan penelitian ini dengan judul “Karakterisasi Fisiko-Kimia dan Morfologi Plastik *Biodegradable* Berpenyerap Oksigen *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) dengan Penambahan *Microcrystallin Cellulose*” untuk menghasilkan plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan berbasis selulosa mikrokristalin dari selulosa bakteri sebagai alternatif kemasan plastik yang mampu meningkatkan fungsi kemasan dan menjaga mutu melalui penambahan teknologi *oxygen scavenger* untuk mencegah oksidatif berlebihan pada produk pangan segar.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan kemasan berbahan dasar plastik konvensional memberikan banyak dampak kerusakan terhadap lingkungan akibat sulitnya terdegradasi di alam. Plastik konvensional/sintetik membutuhkan waktu ratusan tahun agar dapat terdekomposisi oleh alam. Selain itu hingga kini penggunaannya yang kian meluas, sehingga sangat diperlukan suatu alternatif bahan lain sebagai kemasan yang ramah lingkungan yang mampu mengurangi dampak negatif kemasan konvensional, seperti penggunaan plastik *biodegradable*. Akan tetapi, kemasan *biodegradable* saat ini masih memiliki kekurangan yaitu pada sifat stabilitas termal, daya getas dan permeabilitasnya terhadap oksigen yang cenderung tinggi, sehingga kurang maksimal dalam menjaga mutu produk. Upaya yang dilakukan yaitu dengan penambahan senyawa bioaktif berupa zat penguat berupa *microcrystallin cellulose* untuk meningkatkan sifat mekanik dan BHT sebagai agen penyerap oksigen untuk meminimalisir kerusakan akibat reaksi oksidatif seperti adanya perubahan aroma dan warna pada produk. Dengan demikian penelitian ini dilakukan guna melihat karakteristik plastik *biodegradable* dengan penambahan *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) agen penyerap oksigen dan *microcrystallin cellulose* sebagai bahan penguat plastik.

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian Karakterisasi Fisiko-Kimia dan Morfologi Plastik *Biodegradable* Berpenyerap Oksigen *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) dengan Penambahan *Microcrystalline Cellulose*, yaitu :

1. Menentukan jenis dan formulasi terbaik plastik *biodegradable* dengan jenis dan konsentrasi penguat bubuk *Microcrystalline Cellulose* yang berbeda-beda.
2. Menentukan karakteristik fisik, kimia, dan morfologi dari plastik *biodegradable* dengan penguat bubuk *Microcrystalline Cellulose* dan *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) sebagai kemasan aktif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif polimer dalam pembuatan plastik *biodegradable* sebagai kemasan aktif, memberikan informasi, dan meningkatkan minat dari peneliti lainnya untuk mengembangkan inovasi dalam menciptakan kemasan aktif yang ramah lingkungan.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 hingga Juni 2024, bertempat di :

1. Gedung Pusat Kegiatan Penelitian (PKP), Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. Laboratorium Bioteknologi Pangan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. Laboratorium Mikrostruktur, Universitas Muslim Indonesia, Makassar.
4. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP) Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini batang pengaduk, botol kaca, desikator, gelas kimia, oven pengering, pelat/cetakan kaca, pipet volume, pisau cutter, timbangan analitik, wadah penyimpanan, mikropipet, tip, *hot plate*, *stirrer*, erlenmeyer, *moisture analyzer* DSH-10, oven, *tension testing*, termogravimetri, *Fourier Transform Infrared Spectrometer* (FT-IR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu akuades, bubuk *Microcrystalin cellulose* (MC) hidrolisis *nata de coco*, MC avicel ph 102, *butylated hydroxytoluene* (BHT), kloroform, barium klorida (BaCl_2) natrium klorida (NaCl), karbon aktif, serbuk besi, *Polylactic Acid* (PLA), *Polyethylene Glycol* 400 (PEG-400), alumunium foil, plastisin, tanah kompos, dan label.

2.3 Rancangan Penelitian

Tahap penelitian dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu tahap pertama dilakukan pembuatan plastik *biodegradable* dengan variasi jenis dan konsentrasi berbeda yaitu bubuk *microcrystalin cellulose* (MC) komersil Avicel ph 102 dan bubuk MC hasil hidrolisis selulosa bakteri *Acetobacter xylinum* dari air kelapa pada konsentrasi 0%, 10 % dan 20%. Kemudian tahap kedua dilakukan karakterisasi pada plastik *biodegradable*.

Tahap pengujian formulasi terhadap jenis bubuk *microcrystalin cellulose* (MC) dan konsentrasi terbaik dilakukan berdasarkan pengujian FTIR dan SEM dengan 5 perlakuan sebagai berikut.

A0B0 = Kontrol (tanpa bahan penguat)

A1B1 = *Microcrystalin Cellulose* komersil Avicel 10%

A1B2 = *Microcrystalin Cellulose* komersil Avicel 20%

A2B1 = *Microcrystalin Cellulose* hidrolisis *nata de coco* 10%

A2B2 = *Microcrystalin Cellulose* hidrolisis *nata de coco* 20%

Faktor A = Penambahan bahan penguat

A0 = Tanpa bahan penguat

A1 = Bubuk *Microcrystalin Cellulose* (MC) Komersial (Avicel ph 102)

A2 = Bubuk *Microcrystalin Cellulose* (MC) hidrolisis *nata de coco*

Berdasarkan perlakuan penambahan bahan penguat, kemudian diberikan perlakuan konsentrasi bubuk MC

Faktor B = Konsentrasi bubuk *Microcrystalin Cellulose* (MC) tiga taraf

B0 = Konsentrasi bubuk 0%

B1 = Konsentrasi bubuk 10%

B2 = Konsentrasi bubuk 20%

Tahap kedua dilakukan karakterisasi morfologi dan sifat fisiko kimia dari plastik *biodegradable* dengan penambahan bahan penguat berupa bubuk *microcrystalin cellulose* (MC) dengan parameter uji meliputi uji SEM, FTIR, kadar air, kadar abu, permeabilitas, biodegradasi, ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan modulus elastisitas.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Plastik *Biodegradable* Berpenyerap Oksigen (Aini, 2023)

Tahap pembuatan plastik *biodegradable* berpenyerap oksigen yaitu dicampurkan PLA sebanyak 7% dari jumlah kloroform sebanyak yang digunakan, yaitu 10.5 g PLA dalam 150 ml kloroform menggunakan stirrer dengan kecepatan 750 rpm, pada suhu 25oC. Selanjutnya ditambahkan bubuk *Microcrystalin cellulose* sesuai perlakuan 20%, 10%, dan 0% dari jumlah PLA yang digunakan yaitu sebanyak 2.1 g, 1.05 g, dan tanpa MC, sembari tetap diaduk menggunakan stirrer. Setelah tercampur, ditetaskan PEG-400 sebanyak 5% PLA yaitu 0.525 ml, lalu setelah larut ditambahkan senyawa Butylated hydroxytoluene (BHT) sebanyak 10% PLA yaitu 1.05 g. Setelah terlarut, larutan tersebut dituangkan ke dalam pelat kaca berbentuk persegi sejumlah 10 g per layernya lalu diratakan, dikering-anginkan, dan diulang hingga terbentuk 3 layer kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang.

2.4.2 Parameter Pengujian

2.4.2.1 Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) (Hariyanto *et al.*, 2023); (Sujatno *et al.*, 2015)

Analisis morfologi menggunakan SEM dilakukan dengan sampel dipotong menyesuaikan ukuran specimen holder (sekitar 0,5 - 1cm) lalu ditempelkan pada specimen

holder dengan menggunakan carbon double tip dengan bagian penampang lintang (cross section) mengarah vertikal ke atas atau lensa obyektif. Adapun, sifat sampel plastik biodegradable yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, maka sampel dicoating yaitu melapisi sampel dengan logam inert bersifat konduktif yaitu logam emas yang berfungsi sebagai pengantar selama 30 detik sampai 2 menit. Setelah itu sampel diletakkan pada stage blok lalu diuji SEM dengan tegangan 5-15 kV dan perbesaran 100-5000 kali. Hasil SEM yang disajikan dalam bentuk bentuk tiga dimensi berupa gambar diamati morfologi dan topografinya.

2.4.2.2 Uji Permeabilitas Oksigen (Liu *et al.*, 2020)

Tingkat permeabilitas oksigen pada plastik *biodegradable* diukur dengan metode *Adsorpsi Zat Deoksidasi* yang merujuk pada mekanisme oksidasi besi. Tahap diawali dengan disiapkan botol kaca berisi 3 g agen deoksidasi yang terdiri atas natrium klorida, karbon aktif, dan serbuk besi tereduksi menggunakan perbandingan masing-masing 1,5 : 1 : 0,5. Selanjutnya, bibir botol dibungkus menggunakan sampel bioplastik yang memiliki ukuran 6 x 6 cm lalu ditutup rapat menggunakan plastisin kemudian berat botol ditimbang sebagai berat awal. Setelah itu, botol dimasukkan ke dalam desikator yang terdapat larutan jenuh barium klorida di bagian bawahnya sehingga RH terjaga diangka 90%, pada suhu 25 °C selama 48 jam. Nilai permeabilitas oksigen dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Permeabilitas oksigen} = \frac{M_f - M_i}{t - A}$$

Keterangan

M_f = Berat Akhir Botol Setelah diseimbangkan selama 48 Jam

M_i = Berat Awal Botol

t = Waktu Keseimbangan (s)

A = Luas Efektif Plastik (mm^2)

2.4.2.3 Uji Ketebalan (Yupa *et al.*, 2021)

Tahap pengujian ketebalan plastik dilakukan dengan sampel plastik dipotong dengan ukuran 10 x 10 cm. Selanjutnya diukur ketebalan plastik dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm pada 5 bagian titik berbeda. Ketebalan plastik diperoleh dari hasil rata-rata yang dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Tebal plastik (m)} = \frac{\sum \text{tebal plastik}}{n}$$

2.4.2.4 Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*) (Brilianti *et al.*, 2023) ; (Nurhadi *et al.*, 2017)

Uji kuat tarik plastik *biodegradable* dilakukan menggunakan alat *Tension testing*. Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 1 x 15 cm, kemudian dijepit 1.5 cm dikedua panjang sisinya. Selanjutnya sampel diuji menggunakan alat *Tension testing*. Panjang awal dicatat kemudian alat dinyalakan dengan menekan *knob start* kemudian alat akan menarik sampel plastik hingga putus, lalu dicatat gaya kuat tarik dan panjang plastik setelah putus. Adapun nilai kuat tarik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma \text{ (MPa)} = \frac{F_{\max}}{A}$$

Keterangan :

- σ = Kuat tarik (Mpa)
- F_{\max} = gaya tarik/ Tegangan Maksimum (N)
- A = luas penampang lintang (tebal x lebar sampel) (mm²)

2.4.2.5 Uji Elongasi (Brilianti *et al.*, 2023); (Nurhadi *et al.*, 2017)

Tahap uji elongasi atau perpanjangan plastik *biodegradable* dilakukan menggunakan alat *Tension testing* dengan cara yang sama pada pengujian kuat tarik, yaitu panjang awal dicatat kemudian alat dinyalakan dengan menekan *knob start* kemudian alat akan menarik sampel plastik hingga putus, lalu dicatat gaya kuat tarik dan panjang

plastik setelah putus. Nilai elongasi dinyatakan dalam persen menggunakan rumus berikut.

$$\varepsilon (\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- ε = elongasi/regangan (%)
- Δl = pertambahan panjang (mm)
- l_0 = panjang mula-mula material yang diukur (mm)

2.4.2.6 Uji Modulus Elastisitas (Mandasari et al., 2017); (Nurhadi et al., 2017)

Tahap uji elastisitas plastik *biodegradable* dilakukan menggunakan alat *Tension testing* dengan cara yang sama pada pengujian kuat tarik, yaitu panjang awal dicatat kemudian alat dinyalakan dengan menekan *knob start* kemudian alat akan menarik sampel plastik hingga putus, lalu dicatat gaya kuat tarik dan panjang plastik setelah putus. Modulus elastisitas diperoleh menggunakan rumus perbandingan kuat tarik dengan elongasi yaitu sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{\sigma}{\varepsilon} \times 100\%$$

Keterangan :

- γ = Modulus young (Mpa)
- σ = Kuat tarik/ Tegangan (Mpa)
- ε = elongasi/regangan (%)

2.4.2.7 Uji Fourier Transform Infrared (FT-IR) (Satriawan & Illing, 2017)

Analisa gugus fungsi menggunakan FT-IR dilakukan dengan sampel dipotong sesuai ukuran lensa, lalu diletakkan pada tempat sampel kearah sinar infra merah. Selanjutnya diamati spektrum yang terbentuk antara bilangan gelombang dan transmittan lalu ditentukan gugus fungsi yang terbentuk pada bahan plastik.

2.4.2.8 Kadar Air (Dirpan *et al.*, 2019)

Analisis kadar air dilakukan menggunakan alat *moisture analyzer* DSH-50-1 dengan ketelitian 0.001g yang telah dikalibrasi terlebih dahulu. Sampel ditimbang sebanyak 3g dan diletakkan di atas pan *moisture analyzer*, kemudian cover alat ditutup. Selanjutnya itekan tombol *test* untuk memulai pengukuran hingga alat mengeluarkan bunyi (*Beeping*) menandakan nilai kadar air sampel pada monitor telah konstan, lalu tombol *test* ditekan kembali untuk menghentikan kerja alat. Setelah itu dicatat nilai kadar air pada monitor.

2.4.2.9 Uji Biodegradabilitas (Nissa *et al.*, 2018); (Mairiza *et al.*, 2017); (Platnieks *et al.*, 2020)

Uji biodegradabilitas dilakukan dengan menggunakan metode penanaman (*Soil Burial Test*). Sampel plastik *biodegradable* dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm, lalu dikubur di dalam tanah kompos dengan kedalaman 7,5 cm. Selanjutnya sampel diinkubasi pada suhu ruang selama 25 hari dengan pengamatan sampel setiap dua hari sekali. Setelah itu sampel dibersihkan dari tanah yang melekat dan ditimbang beratnya. Tingkat biodegradabilitas sampel ditentukan dari berat sampel yang hilang dengan menimbang sampel sebelum dan setelah penanaman. Persen penurunan berat sampel dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kehilangan berat (\%)} = \frac{B_o - B_f}{B_o} \times 100\%$$

Keterangan :

B_o = Berat awal sampel sebelum penanaman

B_f = Berat sampel setelah penanaman.

2.4.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif.