

**KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE FILM* BERBASIS SELULOSA
PELEPAH PISANG (*Musa paradisiaca*) DENGAN PENAMBAHAN
GLISEROL DAN *CARBOXY METHYL CELLULOSE* (CMC)**

(Skripsi)

Oleh

**CITRA ALIFIANI
1914051064**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF BIODEGRADABLE FILMS BASED ON PETIOLE CELLULOSE OF BANANA (*Musa paradisiaca*) WITH GLYCEROL AND CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC) ADDITION

By

CITRAALIFIANI

Biodegradable film is a film that can be recycled and can be degraded naturally. Banana petiole contains more than 50% cellulose. The purpose of this study was to determine the effect of adding a combination of glycerol and CMC on the characteristics of biodegradable film based on banana petiole cellulose. This study used randomized block design which consists of 9 combinations of glycerol and CMC, namely P1 (0.5%:2%), P2 (0.5%:2.5%) P3 (0.5%:3%), P4 (1%:2%), P5 (1%:2.5%), P6 (1%:3%), P7 (1.5%:2%), P8 (1.5%:2.5%) , P9 (1.5%:3%). The research results showed that the addition of glycerol and CMC had an effect on tensile strength, percent elongation, thickness and water vapor transmission rate of biodegradable films based on banana stem cellulose. The highest tensile strength, percent elongation and thickness values were produced by treatment of a combination of glycerol 1.5% and CMC 3%. The values obtained for tensile strength value of 138 MPa, percent elongation of 32.325%, thickness of 0.193 mm, and water vapor transmission rate of 11.5767 g/m²/day, it can survive at room temperature for four weeks and degraded in the soil for four weeks.

Keywords : biodegradable film, banana petiole, glycerol, CMC

ABSTRAK

KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE FILM* BERBASIS SELULOSA PELEPAH PISANG (*Musa paradisiaca*) DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN *CARBOXY METHYL CELLULOSE* (CMC)

Oleh

CITRA ALIFIANI

Biodegradable film merupakan *film* yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Pelepah pisang mengandung selulosa lebih dari 50%. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan kombinasi gliserol dan CMC terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang. Penelitian ini menggunakan RAKL yang terdiri dari 9 kombinasi gliserol dan CMC, yaitu P1 (0,5%:2%), P2 (0,5%:2,5%) P3 (0,5%:3%), P4 (1%:2%), P5 (1%:2,5%), P6 (1%:3%), P7 (1,5%:2%), P8 (1,5%:2,5%), P9 (1,5%:3%). Hasil penelitian menunjukkan penambahan gliserol dan CMC berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang. Nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan ketebalan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dengan penambahan kombinasi gliserol 1,5% dan CMC 3%. Nilai yang diperoleh untuk kuat tarik sebesar 138 MPa, persen pemanjangan 32,325%, ketebalan 0,193 mm, dan laju transmisi uap air 11,5767 g/m²/hari. *Biodegradable film* bertahan di suhu ruang selama empat minggu dan terdegradasi di dalam tanah selama empat minggu.

Kata kunci : *biodegradable film*, pelepah pisang, gliserol, CMC

**KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE FILM* BERBASIS SELULOSA
PELEPAH PISANG (*Musa paradisiaca*) DENGAN PENAMBAHAN
GLISEROL DAN *CARBOXY METHYL CELLULOSE* (CMC)**

Oleh

CITRA ALIFIANI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE*
FILM BERBASIS SELULOSA PELEPAH
PISANG (*Musa paradisiaca*) DENGAN
PENAMBAHAN GLISEROL DAN
*CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC)***

Nama Mahasiswa

: **Citra Alifiani**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1914051064

Program Studi

: Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ir. Zulferiyenni, M.T.A.
NIP. 19620207 1990102 001

Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.
NIP. 19680225 1996032 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

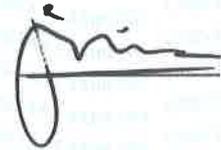
Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Ir. Zulferiyenni, M.T.A.



Sekretaris

: Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P.

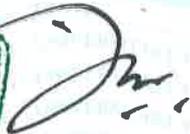


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 19641118 198902 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 16 Januari 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Citra Alifiani

NPM : 1914051064

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 16 Januari 2024
Yang membuat pernyataan



Citra Alifiani
NPM. 1914051064

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotagajah pada 28 November 2001, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Junaidi dan Ibu Nuraini. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dengan adik yang bernama Chairina Putri Cahyani dan Jihan Artha Anjani. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 03 Kotagajah pada tahun 2013, sekolah menengah pertama di SMPN 02 Kotagajah pada tahun 2016 dan sekolah menengah atas di SMAN 01 Seputih Raman pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari-Februari 2022, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Subing Karya, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Juli-Agustus 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Salama Nusantara yang terletak di Kulon Progo, Yogyakarta dengan judul "Mempelajari Proses Produksi Minuman Herbal Secang Instan di PT Salama Nusantara, Yogyakarta". Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu menjadi Anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila) dan Anggota UKM Koperasi Mahasiswa (KOPMA) Unila.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Selulosa Pelepah Pisang (*Musa paradisiaca*) Dengan Penambahan Gliserol dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)”. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini telah mendapatkan begitu banyak arahan, bimbingan dan nasihat baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A. selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa membimbing, memberikan saran, motivasi dan memberikan kepercayaan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.
4. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing, memberikan motivasi, nasihat baik dan memberikan saran juga pengarahan serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Ibu Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku Dosen Pembahas yang telah membimbing dan memberikan saran juga pengarahan serta dukungan dalam penyusunan skripsi

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah mengajar, membimbing, dan membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan administrasi akademik,
7. Bapak Junaidi dan Ibu Nuraini selaku orang tua tersayang yang tiada henti memberi doa, kasih sayang, serta selalu menjadi motivasi dan penyemangat penulis untuk menyelesaikan perkuliahan ini. Terimakasih sudah selalu berjuang untuk kehidupan penulis. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Mama dan Bapak bahagia, karena penulis menyadari belum bisa berbuat lebih selama ini.
8. Chairina Putri Cahyani dan Jihan Artha Anjani selaku adik terkasih yang selalu memberi semangat, dukungan, dan menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
9. Ibu Eni selaku nenek tercinta yang tiada lelah memberi semangat, doa dan dukungan, serta menjadi sandaran terkuat selama penulis berkuliah hingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini.
10. Bapak Hamid, Ibu Asnah, dan Romi Juliansyah selaku keluarga penulis yang selalu memberi dukungan dan menyertai penulis dalam menyelesaikan proses perkuliahan.
11. Tasya, Aura, Pipi selaku sahabat-sahabat penulis yang selalu siap sedia untuk membantu, memberi semangat dan saran selama penulis melakukan proses perkuliahan.
12. Rezta Kurnia Evasari selaku sahabat kecil penulis yang selalu mendukung dan menjadi pendengar yang baik selama ini.
13. Renita, Yusuf, Melvina dan Marza selaku teman-teman seperbimbingan yang selalu membantu dan berjuang bersama-sama pada proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
14. Teman-teman Jurusan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2019 yang telah saling mengingatkan, membantu, dan memberi semangat dalam melaksanakan dan menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dipergunakan sebaik-baiknya, serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 16 Januari 2024

Penulis

Citra Alifiani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Biodegradable Film</i>	5
2.2 Karakteristik <i>Biodegradable Film</i>	6
2.2.1 Kuat tarik	6
2.2.2 Porsen pemanjangan	7
2.2.3 Ketebalan	7
2.2.4 Laju transmisi uap air	7
2.2.5 Ketahanan terhadap suhu ruang.....	8
2.2.6 Biodegradabilitas	8
2.2.7 Transparansi	8
2.3 Pelepah Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)	8
2.4 Gliserol	10
2.5 <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> (CMC).....	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	14

3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1 Prosedur pembuatan pulp pelepah pisang	14
3.4.2 Prosedur pemisahan selulosa	15
3.4.3 Prosedur pemurnian selulosa pelepah pisang	16
3.4.4 Prosedur pembuatan <i>biodegradable film</i>	17
3.5 Pengamatan.....	19
3.5.1 Kuat tarik	19
3.5.2 Persen pemanjangan	19
3.5.3 Ketebalan	20
3.5.4 Laju transmisi uap air	20
3.5.5 Ketahanan terhadap suhu ruang.....	21
3.5.6 Uji biodegradabilitas.....	21
3.5.7 Uji transparansi.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Kuat Tarik.....	23
4.2 Persen Pemanjangan	25
4.3 Ketebalan	26
4.4 Laju Transmisi Uap Air (WVTR).....	28
4.5 Ketahanan terhadap Suhu Ruang.....	30
4.6 Biodegradabilitas	31
4.7 Transparansi.....	33
4.8 Penentuan Perlakuan Terbaik	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pelepah pisang kering	9
2. Struktur gliserol	11
3. Struktur CMC.....	12
4. Diagram alir pembuatan pulp pelepah pisang.....	15
5. Diagram alir pemisahan selulosa pelepah pisang	16
6. Diagram alir pemurnian selulosa pelepah pisang	17
7. Diagram alir pembuatan <i>biodegradable film</i> pelepah pisang	18
8. Hasil pengamatan ketahanan pada suhu ruang (a) minggu ke-1, (b) minggu ke-2, (c) minggu ke-3, (d) minggu ke-4	31
9. Uji transparansi <i>biodegradable film</i> berbasis pelepah pisang.....	34
10. Potongan pelepah pisang.....	52
11. Penghalusan dengn blender.....	52
12. Perendaman NaOH	52
13. Pencucian hingga pH netral	52
14. Pemurnian selulosa.....	52
15. Pencucian hingga pH netral	52
16. Pembuatan <i>biodegradable film</i>	53
17. Pengeringan di suhu ruang.....	53
18. Pengujian ketahanan pada suhu ruang	53
19. Pengujian biodegradabilitas	53
20. Pengujian WVTR	53
21. Pengujian transparansi	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat <i>biodegradable film</i> menurut Japanese Industrial Standard (JIS).....	6
2. Kombinasi gliserol dan <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> (CMC).....	14
3. Hasil uji lanjut BNJ nilai kuat tarik.....	23
4. Hasil uji lanjut BNJ nilai persen pemanjangan.....	25
5. Hasil uji lanjut BNJ nilai ketebalan.....	27
6. Hasil uji lanjut BNJ nilai laju transmisi uap air.....	29
7. Hasil pengamatan biodegradabilitas.....	32
8. Rekapitulasi nilai hasil pengamatan karakteristik <i>biodegradable film</i> berbasis pelepah pisang.....	35
9. Data hasil pengujian nilai kuat tarik <i>biodegradable film</i>	44
10. Uji Bartlett nilai kuat tarik <i>biodegradable film</i>	44
11. Analisis ragam nilai kuat tarik <i>biodegradable film</i>	45
12. Uji BNJ 5% kuat tarik <i>biodegradable film</i>	45
13. Data hasil pengujian nilai persen pemanjangan <i>biodegradable film</i> ...	46
14. Uji Bartlett nilai persen pemanjangan <i>biodegradable film</i>	46
15. Analisis ragam nilai persen pemanjangan <i>biodegradable film</i>	47
16. Uji BNJ 5% nilai persen pemanjangan <i>biodegradable film</i>	47
17. Data hasil pengujian nilai ketebalan <i>biodegradable film</i>	48
18. Uji Bartlett nilai ketebalan <i>biodegradable film</i>	48
19. Analisis ragam nilai ketebalan <i>biodegradable film</i>	49
20. Uji BNJ 5% nilai ketebalan <i>biodegradable film</i>	49
21. Data hasil pengujian WVTR <i>biodegradable film</i>	50
22. Uji Bartlett WVTR <i>biodegradable film</i>	50
23. Analisis ragam WVTR <i>biodegradable film</i>	51
24. Uji BNJ 5% WVTR <i>biodegradable film</i>	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Biodegradable film merupakan *film* yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Dalam kondisi dan waktu tertentu *biodegradable film* akan mengalami perubahan dalam struktur kimianya karena aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan alga. *Biodegradable film* dapat pula diartikan sebagai suatu material polimer yang berubah menjadi senyawa dengan berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami (Latief, 2001). Aplikasi penggunaan *biodegradable film* menjadi sangat menarik dalam beberapa tahun terakhir. Penggunaan *biodegradable film* mulai berkembang karena memiliki keunggulan yaitu dapat menggantikan peranan plastik.

Menurut Setiawan *et al.*, (2014) kebutuhan plastik di Indonesia meningkat menjadi 2,3 juta ton. Plastik yang digunakan sebagian besar merupakan plastik sintetik yang sulit terdegradasi secara alami meskipun dalam masa yang sangat lama. Permasalahan sampah plastik tersebut apabila semakin banyak jumlahnya di lingkungan maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Mengingat bahwa sifat plastik akan terurai di tanah dalam waktu lebih dari 20 tahun bahkan dapat mencapai 100 tahun sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah dan di perairan plastik akan sulit terurai. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya yang dapat mencegah permasalahan tersebut. Upaya yang dapat dilakukan adalah menggantikan peranan plastik dalam penggunaan sehari-hari yaitu dengan menggunakan *biodegradable film*.

Biodegradable film dapat dibuat dari bahan alam yaitu berupa selulosa. Salah satu bahan alam yang dapat diolah menjadi *biodegradable film* adalah selulosa pelepah pisang. Pisang merupakan salah satu tanaman pangan hortikultura yang banyak di budidayakan di Indonesia. Menurut Kementerian Pertanian tahun 2017, Provinsi Lampung dapat memproduksi pisang sebanyak 1.517,005 ton per tahun (Negara *et al.*, 2020). Pelepah pisang merupakan limbah dari tanaman pisang yang telah ditebang untuk diambil buahnya dan merupakan limbah pertanian potensial yang belum banyak pemanfaatannya. Pelepah pisang termasuk limbah organik, namun apabila tidak dimanfaatkan secara optimal penumpukan limbah ini dapat berpotensi menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan. Menurut Rahman (2006) perbandingan bobot segar antara batang, daun dan buah pisang berturut-turut adalah 63%, 14%, dan 23%. Pelepah pisang memiliki berat jenis 0,29 g/cm³ dengan ukuran panjang serat 4,20-5,46 mm (Syafrudin, 2004). Pelepah pisang mengandung selulosa lebih dari 50% (Suwanto, 2011). Apabila dilihat dari kandungan selulosanya, maka pelepah pisang berpotensi untuk dikembangkan menjadi suatu produk yaitu *biodegradable film*.

Biodegradable film yang berbahan dasar selulosa akan memiliki sifat yang kuat dan kaku (Anggraini, 2019). Akan tetapi, *biodegradable film* yang diinginkan adalah yang bersifat plastis dan kuat sehingga dapat digunakan sebagai bahan kemasan. Oleh karena itu, dibutuhkan *plasticizer* dan *stabilizer* sebagai bahan tambahan pada pembuatan *biodegradable film*. *Plasticizer* merupakan salah satu bahan tambahan dalam pembuatan *biodegradable film* yang berfungsi untuk menambah sifat elastis. Salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. Menurut Al-Awwaly *et al.* (2010), gliserol adalah *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga nilai kuat tarik yang dihasilkan masih rendah. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan suatu *stabilizer* yang dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada *biodegradable film* yaitu CMC.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kombinasi gliserol dan CMC terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini menggunakan bahan baku utama yaitu berupa selulosa dari pelepah pisang. Dewasa ini telah banyak dilakukan penelitian yang menggunakan selulosa sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film*. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan *et al.*, (2017). Pada penelitian tersebut menggunakan bahan baku yaitu batang pisang. Akan tetapi, pada penelitian tersebut batang pisang digunakan sebagai bahan penguat. Penelitian tersebut menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 7,595 MPa.

Biodegradable film berbahan dasar selulosa memiliki karakteristik yang kaku, getas, dan kuat. Sehingga diperlukan bahan tambahan berupa *plasticizer* yaitu gliserol dan *stabilizer* yaitu CMC untuk memperbaiki karakteristik pada *biodegradable film*. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas plastik. Penelitian yang dilakukan oleh Affanti (2023) menggunakan bahan selulosa eceng gondok dengan konsentrasi gliserol sebanyak 1,5% menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 191,917 MPa. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Anggraini (2019) memperoleh hasil terbaik pada konsentrasi gliserol 1% yang menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 11,716 MPa.

Pada penelitian ini dibutuhkan tambahan CMC sebagai *stabilizer*. Menurut Anggraini (2019), penambahan *stabilizer* pada pembuatan *biodegradable film* akan membentuk kekentalan pada bahan dan akan menghasilkan sifat yang stabil. CMC mempunyai gugus hidroksil yang akan saling mengikat dengan ikatan hidrogen antar dan intramolekul selulosa sehingga membentuk lapisan

biodegradable film lebih kuat. Pada penelitian Nurfitriyani (2022) menggunakan bahan selulosa kulit kopi memperoleh hasil terbaik pada penambahan CMC 2% yang menghasilkan kuat tarik sebesar 143,931 MPa dan biodegradabilitas selama 14 hari. Saat ini belum terdapat informasi mengenai pengaruh penambahan gliserol dan CMC terhadap karakteristik *biodegradable film* yang berbahan baku selulosa pelepah pisang. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol dan CMC terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah penambahan gliserol dan CMC berpengaruh terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Biodegradable Film*

Biodegradable film diartikan dari gabungan empat kata yaitu *bio*, *degradable*, dan *film*. Kata *bio* yang berarti hidup, *degra* berarti terurai *able* yaitu dapat, dan *film* yang berarti lembaran. Jadi, *biodegradable film* adalah plastik atau lembaran yang dapat terurai oleh makhluk hidup yaitu mikroorganisme. Plastik ini biasanya digunakan untuk pengemasan (Mahalik, 2009). Selain itu, *biodegradable film* adalah polimer yang terdagradasasi secara biotik dan abiotik di lingkungan. *Biodegradable film* akan mengalami perubahan struktur kimianya yang diakibatkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme dalam kondisi dan waktu tertentu. Bioplastik atau *biodegradable film* memiliki berat molekul yang rendah sehingga dapat terdegradasi melalui metabolisme organisme (Averous dan Pollet, 2012). Berdasarkan bahan bakunya, *biodegradable film* dapat dikelompokkan menjadi dua bagian. Kelompok pertama yaitu dengan bahan baku petrokimia yang berasal dari penggunaan sumber daya alam yang tidak diperbaharui (*non-renewable resources*). Sedangkan kelompok kedua yaitu yang berasal dari sumber daya alam terbaharui (*renewable resources*) seperti pati dan selulosa yang berasal dari tanaman.

Biodegradable film tersusun atas tiga komponen yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Pada pembuatan *biodegradable film*, lipida berperan sebagai *plasticizer* yang akan membentuk sifat elastis. Lipida yang digunakan yaitu berupa asam lemak, gliserol atau *waxes* yang berasal dari alam. Sedangkan hidrokoloid yang digunakan berupa pati, pektin, protein, alginate, serta polisakarida lainnya.

Sementara itu, komposit yang digunakan adalah gabungan dari dua bahan yang berbeda yaitu gabungan antara hidrokoloid dengan hidrokoloid, lipida dengan lipida atau hidrokoloid dengan lipida (Donhowe dan Fennema, 1994).

2.2 Karakteristik *Biodegradable Film*

Biodegradable film memiliki karakteristik diantaranya yaitu kuat tarik, laju transmisi uap, persen pemanjangan, ketahanan terhadap suhu ruang, serta biodegradabilitas. Menurut *Japanese Industrial Standard (JIS)* dalam Santosa dan Atma (2020) *biodegradable film* memiliki beberapa karakteristik yang harus dipenuhi yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Syarat *biodegradable film* menurut *Japanese Industrial Standard (JIS)*

	Parameter			
	Kuat tarik (MPa)	Elongasi (%)	Ketebalan (mm)	WVTR (g/m ² /24 jam)
Nilai	Min. 0,39	Min. 70	Maks. 0,25	Maks. 7

Sumber : Santosa dan Atma (2020)

2.2.1 Kuat tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film* sebelum *film* itu putus (Harsunu, 2008). Hasil pengukuran ini sangat berkorelasi dengan jumlah *plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan *film*. Apabila penggunaan *plasticizer* dilakukan secara berlebihan, maka kekuatan tarik yang dihasilkan akan rendah. Pengukuran salah satu karakteristik *biodegradable film* ini berfungsi untuk mengetahui seberapa besarnya gaya yang dapat dicapai untuk memperoleh tarikan maksimum pada tiap-tiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang (Purwanti, 2010). Menurut *Japanese Industrial Standard (JIS)* dalam Santosa dan Atma (2020) syarat kuat tarik dari *biodegradable film* yaitu minimal 0,39 MPa.

2.2.2 Persen pemanjangan

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel *film* terputus. Pada umumnya keberadaan *plasticizer* dalam proporsi lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu *film* meningkat lebih besar (Harsunu, 2008). Standar persen pemanjangan yang harus dicapai pada *biodegradable film* yaitu sebesar minimal 70% (*Japanese Industrial Standard* (JIS) dalam Santosa dan Atma, 2020).

2.2.3 Ketebalan

Ketebalan bertujuan untuk melihat pengaruh tebal *biodegradable film* terhadap laju uap, air, dan gas yang masuk kedalam bahan. Semakin tebal *biodegradable film* yang dihasilkan maka kemampuan untuk menghambat laju uap air, dan gas akan semakin baik. Namun apabila terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan. Menurut Japanese Industrial Standard (JIS) (1975) dalam Nurindra *et al.* (2015) standar ketebalan pada *biodegradable film* sebesar 0,25 mm.

2.2.4 Laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air diartikan sebagai jumlah uap air yang hilang persatuan waktu dibagi dengan luas area *film* (Gontard *et al.*, 1993). Laju transmisi uap air suatu jenis *film* digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas di dalamnya. Nilai laju transmisi uap juga digunakan untuk menentukan produk atau bahan pangan apa yang sesuai untuk kemasan tersebut (Harsunu, 2008). Menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS) dalam Santosa dan Atma (2020) plastik *film* yang baik untuk kemasan makanan adalah *film* yang mempunyai nilai permeabilitas uap air maksimal 7 g/m²/hari.

2.2.5 Ketahanan terhadap suhu ruang

Pengamatan ketahanan terhadap suhu ruang dilakukan untuk mengetahui lama ketahanan *biodegradable film* pada suhu ruang dalam jangka waktu tertentu. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan melihat penampakan visual seperti warna dan keutuhan *biodegradable film*.

2.2.6 Biodegradabilitas

Pengujian biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui proses degradasi yang terjadi pada *biodegradable film*. *Biodegradable film* dilakukan pengujian dengan metode *soil burial test* dengan cara sampel ditanam didalam tanah. Tingkat biodegradabilitas kemasan setelah mengalami kontak dengan mikroorganisme dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu proses produksi, bahan aditif, sifat hidrofobik, morfologi, struktur polimer dan berat molekul bahan kemasan (Ummah, 2013).

2.2.7 Transparansi

Transparansi merupakan kemampuan suatu bahan untuk meneruskan cahaya. Transparansi merupakan penilaian estetika dalam pemasaran *biodegradable film*. Transparansi dapat menggambarkan tingkat kejernihan dari suatu bahan, yang dapat dipengaruhi oleh sifat fisik ataupun kimia dari bahan tersebut (Forughi *et al.*, 2017).

2.3 Pelepah Pisang (*Musa paradisiaca*)

Pelepah pisang merupakan suatu bagian yang penting pada tanaman pisang. Pelepah pisang yang berlapis menjulang membentuk suatu batang semu yang dapat menopang daun dan buah pisang. Batang pisang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan ternak dan media untuk bercocok tanam karena

memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi serta mengandung lebih dari 80% air di dalamnya. Selain itu, pelepah pisang banyak dimanfaatkan karena memiliki serat. Pelepah pisang yang dikelupas dapat dimanfaatkan sebagai pembungkus untuk bibit tanaman sayuran dan apabila dikeringkan dapat menjadi tali untuk mengikat pada pengolahan tembakau (Masthura, 2018).

Pelepah pisang merupakan bagian dari batang yang meliputi akar sampai pangkal daun pisang yang terdapat ditengah yang membesar dan mengumpul berselang - selang membentuk suatu struktur seperti batang. Setelah dipanen, umumnya pelepah pisang tidak banyak dimanfaatkan, padahal pelepah pisang mengandung selulosa yang tinggi. Pelepah pisang memiliki karakteristik berongga, berpori, serta berserat sehingga memiliki nilai densitas yang tinggi. Pelepah pisang mengandung selulosa lebih dari 50%. Suwanto (2011) mengungkapkan bahwa serat pada pelepah pisang merupakan jenis *vascular fibers*. Serat pelepah pisang diperoleh dari pohon pisang (*musa paradisiaca*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Kaleka (2013) menyatakan bahwa pelepah pisang mengandung bahan kering 3,6-9,8%, protein kasar 2,4-8,3%, lemak kasar 3,2-8,1%, total abu 18,4- 24-7%, serat kasar 13,4-31,7%. Pelepah pisang mengandung selulosa sebesar 83,3 %, lignin 2.97 %, mineral kalium 3,67-8,60%, kalsium 0,45-1,54%, fosfor 0,13-0,14%, natrium 0,03-0,18%, dan magnesium 1,36% (Bahri, 2015). Pelepah pisang secara fisik dapat dilihat pada Gambar 1.

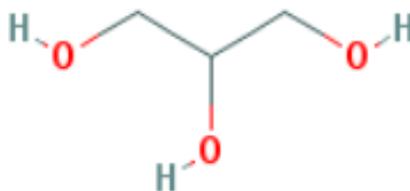


Gambar 1. Pelepah pisang kering
(Sumber : Dokumen Pribadi)

2.4 Gliserol

Gliserol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi dan memiliki tiga buah gugus hidroksil (Prasetyo *et al.*, 2012). Gliserol memiliki rumus molekul yaitu $C_3H_8O_3$ dengan nama kimia 1,2,3 - propanatriol. Gliserol berwujud cair pada kondisi ruang, tidak berwarna, memiliki rasa yang manis dan higroskopis. Gliserol merupakan *plasticizer* yang dapat membentuk ikatan hidrogen dalam air. Gliserol digunakan sebagai *plasticizer* untuk mempertahankan tingkat kelembaban. Gliserol adalah *plasticizer* yang dapat larut dalam air, memiliki titik didih tinggi, polar, non volatil, dan dapat bercampur dengan protein (Galiotta *et al.*, 1998 dalam Ningsih, 2015). Penambahan gliserol dapat meningkatkan plastisitas dan menurunkan kekakuan *biodegradable film*, menurunkan tekanan antarmolekul sepanjang rantai polimer sehingga *film* menjadi lentur dan plastis (Julianti dan Nurminah, 2006). Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* akan menyebabkan penurunan ikatan hidrogen internal serta akan meningkatkan permeabilitas pada *biodegradable film*. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis pada *film* karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Nisa, 2014).

Gliserol dapat ditemukan dalam campuran lemak atau minyak nabati dan hewani. Gliserol biasanya ditemukan sebagai trigliserida yang tercampur dengan berbagai macam asam lemak, yaitu asam stearat, asam palmitat, asam laurat serta sebagian lemak. Penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Coniwanti *et al.*, (2014) menyatakan bahwa penambahan gliserol sangat berpengaruh terhadap karakteristik *biodegradable film* yang dihasilkan. Apabila dibandingkan dengan *plasticizer* lainnya seperti sorbitol, gliserol lebih menguntungkan karena bersifat hidrofilik sehingga akan mudah tercampur dan larut dalam air. Selain itu, gliserol memiliki kelebihan yaitu memiliki berat molekul yang rendah sehingga dapat menurunkan kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas pada *film*. Struktur gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur gliserol
(Sumber : Mota *et al.*, 2017)

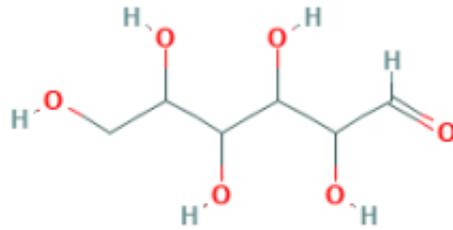
2.5 Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

CMC adalah eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat *biodegradable*, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik. CMC berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloroasetat, dengan katalis berupa senyawa alkali. CMC memiliki rentang pH sebesar 6.5 sampai 8.0, stabil pada rentang pH 2 – 10. CMC dapat bereaksi dengan garam logam berat membentuk *film* yang tidak larut dalam air, transparan, serta tidak bereaksi dengan senyawa organik (Batu, 2016).

CMC merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul selulosa. CMC memiliki sifat diantaranya yaitu stabil terhadap lemak dan tidak larut dalam pelarut organik, baik sebagai bahan penebal, sebagai zat inert, baik sebagai pengikat. Berdasarkan sifat dan fungsinya maka CMC dapat digunakan sebagai bahan aditif pada produk minuman dan juga aman untuk dikonsumsi. CMC mampu menyerap air yang terkandung dalam udara dimana banyaknya air yang terserap dan laju penyerapannya bergantung pada jumlah kadar air yang terkandung dalam CMC serta kelembaban dan temperatur udara disekitarnya (Kamal, 2010).

CMC adalah bahan pengemulsi yang efektif. CMC mampu meningkatkan kualitas produk pangan emulsi karena mempunyai sifat sebagai pengikat, penstabil, penahan air, serta pengental dalam produk pangan emulsi. CMC juga dapat larut

dalam air dan mampu memperpanjang umur simpan produk pangan emulsi. Kemampuan atau sifat-sifat yang dimiliki oleh karboksi metil selulosa (CMC) tersebut sangat dibutuhkan oleh produk-produk dalam bentuk emulsi. Hal ini karena penambahan CMC mampu mengubah sifat reologi yang akan berpengaruh terhadap perbaikan struktur dan tekstur produk emulsi (Batu, 2016).



Gambar 3. Struktur CMC
(Sumber : Gaddam *and* Zhao, 2023)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Kimia Organik FMIPA Institut Teknologi Bandung untuk dilakukan uji kuat tarik, persen pemanjangan, dan ketebalan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2023.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian *biodegradable film* ini adalah pelepah pisang kepok (*musa paradisiaca*) yang diperoleh dari Desa Kotasari, Kec. Kotagajah, Lampung Tengah. Bahan lain yang digunakan diantaranya gliserol teknis sebagai *plasticizer*, NaOH 98% teknis (ROFA Laboratorium Centre, Bandung), H₂O₂ 50% teknis (Glatt Chemical, Banten), gliserol 99% teknis (ROFA Laboratorium Centre, Bandung), CMC teknis (koepoe koepoe), NaCl 98% teknis (ROFA Laboratorium Centre, Bandung), *silica gel* dan tanah (humus) sebagai media pengurai.

Alat yang digunakan adalah timbangan digital, pisau *stainless steel*, *blender* (Philips), baskom, talenan, penangas air, panci, batang pengaduk, erlenmeyer, *beaker glass* 250; 500; dan 1000 mL, mikropipet, *stopwatch*, spatula, termometer, pH meter, kain saring 40 mesh, *aluminium foil*, toples plastik, cawan petri, plat kaca ukuran 20x20 cm, gelas plastik, *Hydraulic Universal Testing Machine* (UTM) yang dibuat oleh Orientec Co. Ltd dengan model UCT-5T.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 9 kombinasi. Bila dihitung secara keseluruhan penelitian ini menghasilkan 27 unit perlakuan dengan menggunakan 3 kali ulangan dan pada setiap sampel percobaan menggunakan selulosa sebanyak 5 gram. Kombinasi antara gliserol dan CMC disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi gliserol dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)

Perlakuan	Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)
P1	G1 (0,5%)	C1 (2,0%)
P2	G1 (0,5%)	C2 (2,5%)
P3	G1 (0,5%)	C3 (3,0%)
P4	G2 (1,0%)	C1 (2,0%)
P5	G2 (1,0%)	C2 (2,5%)
P6	G2 (1,0%)	C3 (3,0%)
P7	G3 (1,5%)	C1 (2,0%)
P8	G3 (1,5%)	C2 (2,5%)
P9	G3 (1,5%)	C3 (3,0%)

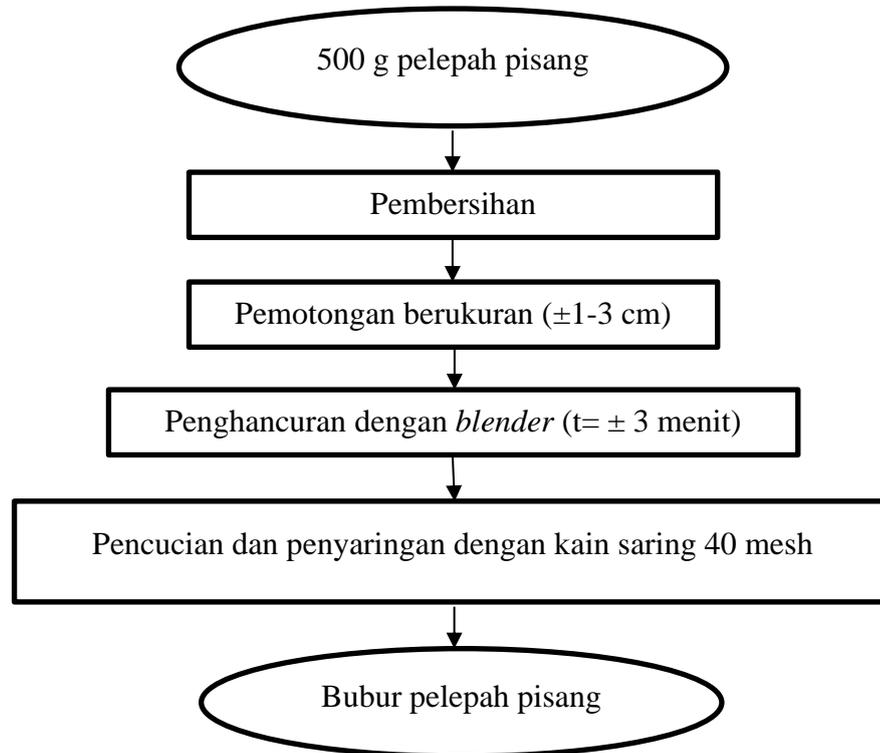
Pengamatan yang dilakukan yaitu nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, laju transmisi uap air, ketahanan terhadap suhu ruang, biodegradabilitas, dan transparansi. Hasil pengamatan diuji analisis ragamnya dengan uji Barlett dan kemenambahan dengan uji Tuckey. Kemudian data akan dianalisis sidik ragam untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh antar perlakuan dan diolah lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Data untuk pengujian ketahanan *biodegradable film* pada suhu ruang, uji biodegradabilitas, dan transparansi disajikan dalam bentuk gambar dan dibahas secara deskriptif.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Prosedur pembuatan bubur pelepah pisang

Pembuatan bubur pelepah pisang dilakukan berdasarkan metode Zulferiyenni (2004) dengan modifikasi. Pelepah pisang dicuci dengan air mengalir sehingga tidak ada kotoran yang tertinggal, setelah itu dipotong dengan ukuran $\pm 1-3$ cm.

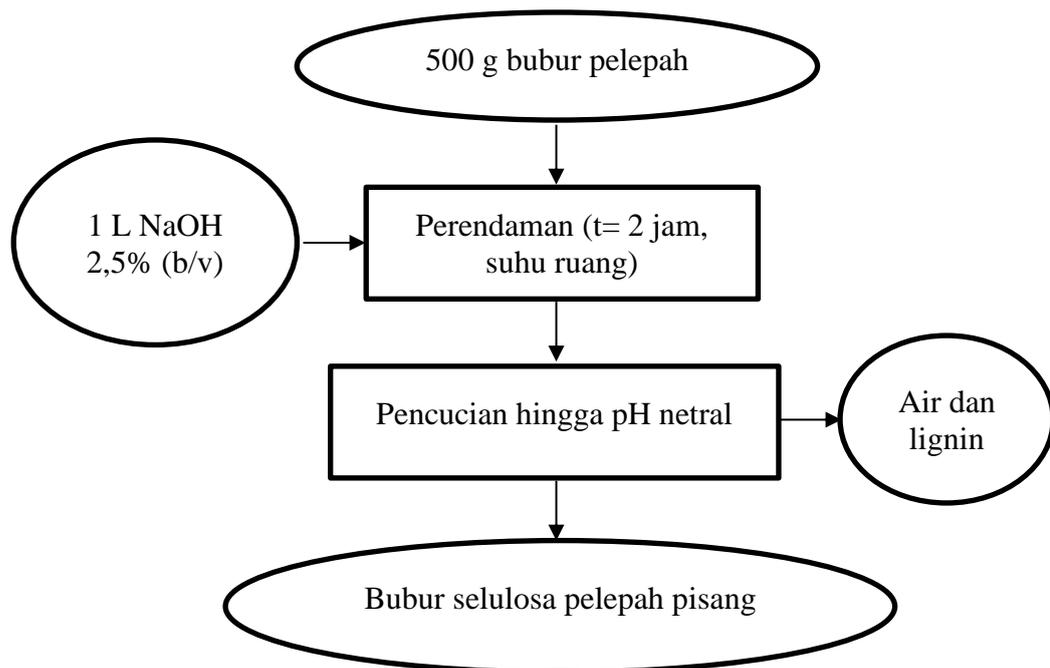
pelelah pisang yang sudah dipotong selanjutnya dihancurkan dengan *blender* dengan waktu ± 3 menit. Bubur pelelah pisang lalu disaring dengan menggunakan kain saring berukuran 40 mesh. Prosedur pembuatan bubur pelelah pisang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan bubur pelelah pisang
Sumber : Zulferiyenni (2004) modifikasi

3.4.2 Prosedur pemisahan selulosa

Pemisahan selulosa dilakukan dengan bubur pelelah pisang direndam selama ± 2 jam pada suhu ruang dalam larutan NaOH 2/5% (b/v). Setelah itu, bubur pelelah pisang dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH netral dan akan dihasilkan selulosa pelelah pisang. Prosedur pemisahan selulosa disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pemisahan selulosa pelepah pisang
Sumber : Satriyo (2012) modifikasi

3.4.3 Prosedur pemurnian selulosa pelepah pisang

Pemurnian selulosa pelepah pisang dihidrolisis menggunakan H_2O_2 2 % (v/v) pada suhu 85°C selama ± 3 jam. Setelah itu, selulosa pelepah pisang dicuci menggunakan air hingga memperoleh selulosa yang memiliki pH netral kemudian disaring dengan kain saring berukuran 40 mesh agar diperoleh selulosa pelepah pisang terputihkan. Prosedur pemurnian selulosa pelepah pisang disajikan pada Gambar 6.

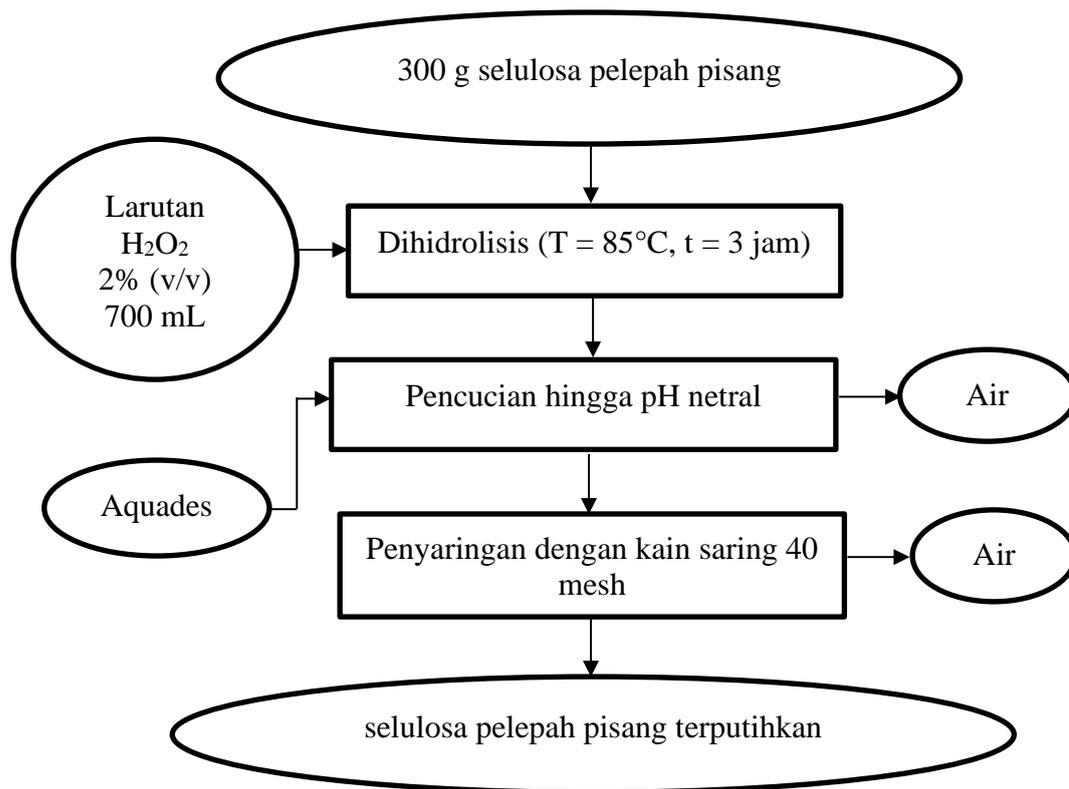
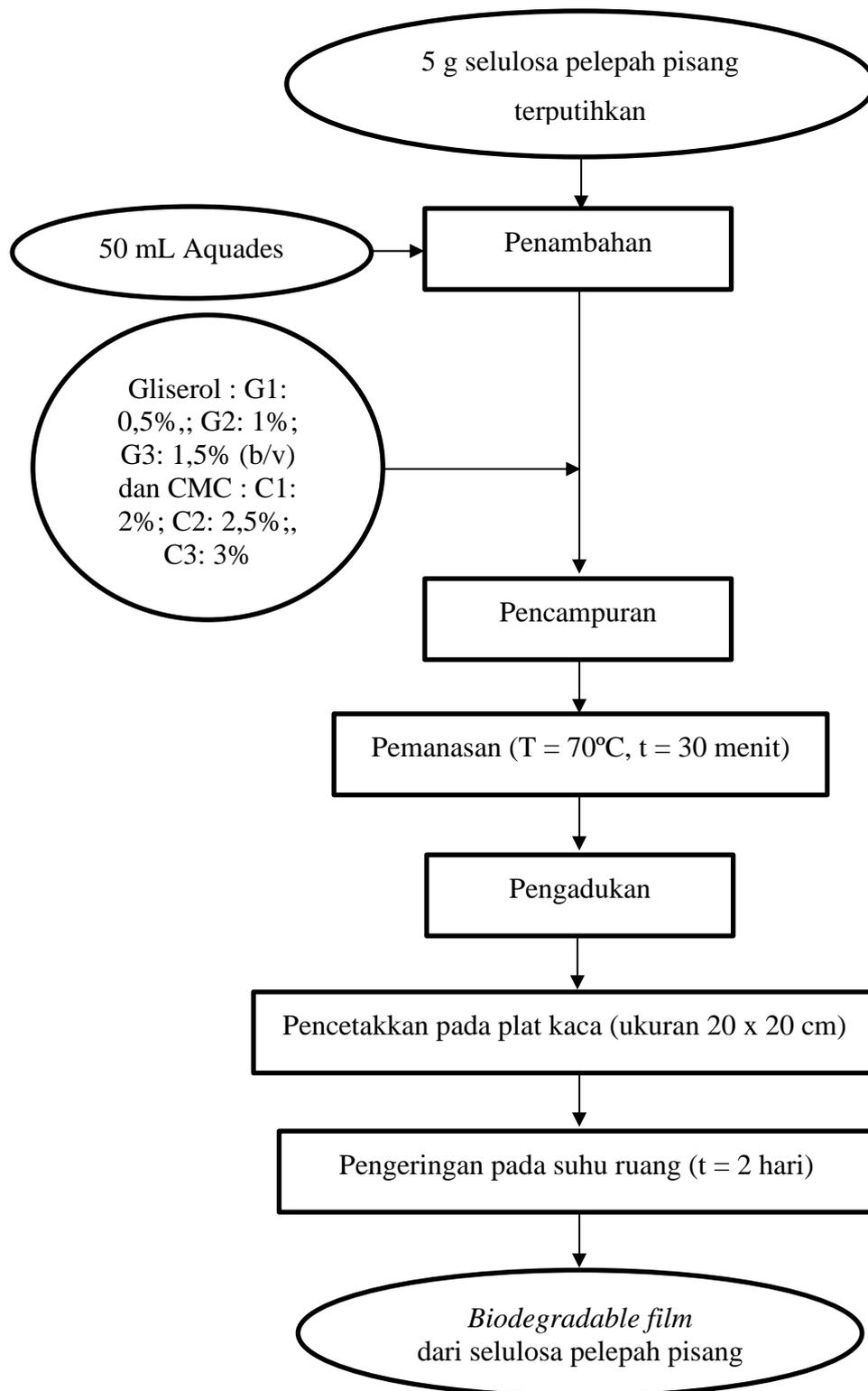


Figure 6. Diagram alir pemurnian selulosa pelepah pisang
 Sumber : Zulferiyenni dan Hidayati (2016) modifikasi

3.4.4 Prosedur pembuatan *biodegradable film*

Proses pembuatan *biodegradable film* dilakukan berdasarkan metode Hidayati *et al.* (2019) yang dimodifikasi. Selulosa murni sebanyak 5 gram ditambahkan 100 mL aquades, gliserol, dan CMC sesuai perlakuan kemudian dihomogenkan. Setelah itu dipanaskan pada suhu 70°C selama ± 30 menit sambil terus diaduk hingga campuran homogen dan mencegah munculnya gelembung. Selanjutnya, dicetak pada plat kaca berukuran 20x20 cm dan dikeringkan pada suhu ruang selama 2 hari sampai *film* kering dan dapat dilepaskan dari plat kaca. Prosedur pembuatan *biodegradable film* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pembuatan *biodegradable film* pelepah pisang
Sumber : Hidayati *et al.* (2019) modifikasi

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, permeabilitas uap air, ketahanan terhadap suhu ruang, uji biodegradabilitas, dan transparansi.

3.5.1 Kuat tarik

Pengamatan kuat tarik ini dilakukan di Laboratorium MIPA Kimia Institut Teknologi Bandung, menggunakan metode ASTM (1983) alat uji berupa *Universal Testing Machine* (UTM). Sampel dipotong menggunakan *dumbble cutter* ASTM D638 M-II dengan kondisi pengujian dilakukan pada suhu 27°C dengan kelembaban ruang uji 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50 N. Kuat tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\tau = \frac{f \text{ maks}}{A}$$

Keterangan :

τ = kekuatan tarik (Mpa)

F_{maks} = gaya tarik (N)

A = luas permukaan contoh (mm²)

3.5.2 Persen pemanjangan

Pengukuran persen pemanjangan dilakukan berdasarkan metode ASTM (1983) persen pemanjangan diukur dengan alat *Testing Machine MPY* (Type : PA-104-3. Ltd Tokyo, Japan). Sebelum pengukuran dilakukan, lembaran sampel film dipotong dengan ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembapan (RH) 50% selama 48 jam. Selanjutnya instron diset pada *initial grip separation* 50 mm, *crosshead speed* 50 mm/menit dan *loadcell* 50 kg. Perhitungan

persen pemanjangan dihitung ketika *film* pecah atau robek. Sebelum dilakukan penarikan, panjang *film* perlu diukur terlebih dahulu hingga mencapai batas pegangan yang disebut panjang awal (L_0), sedangkan panjang *film* setelah penarikan disebut panjang setelah putus (L_1) dan persen perpanjangan dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persen pemanjangan} = \frac{L_1 - L_0}{L_0}$$

Keterangan :

L_0 = panjang awal

L_1 = panjang setelah putus

3.5.3 Ketebalan

Pengujian ketebalan *biodegradable film* dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Institut Teknologi Bandung menggunakan alat berupa *Universal Testing Machine* (UTM) yang dibuat oleh Orientec Co. Ltd dengan model UCT-5T. Pengukuran ketebalan sampel dilakukan pada 3 posisi yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah sampel *film*. Setelah itu, nilai ketebalan dirata-ratakan dan didapatkan ketebalan pada sampel tersebut.

3.5.4 Laju transmisi uap air

Pengujian laju transmisi uap air (WVTR) dilakukan dengan metode cawan secara gravimetri ASTM E96-01 (1997) dalam Dewi *et al.* (2021) yang dimodifikasi. *Biodegradable film* dipotong berbentuk lingkaran sesuai dengan diameter permukaan cawan. Berat awal cawan ditimbang dan selanjutnya dimasukkan 10 g silika gel, kemudian *biodegradable film* direkatkan pada permukaan cawan dan bagian tepinya direkatkan dengan menggunakan isolasi. Berat awal set sampel ditimbang, kemudian dikondisikan selama 24 jam pada suhu ruang. Setelah itu, dilakukan penimbangan berat akhir set sampel. Penentuan nilai laju transmisi uap

air sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$WVTR = \frac{W - W_0}{t \cdot A}$$

Keterangan :

WVTR = nilai laju transmisi uap air ($\text{g/m}^2/24 \text{ jam}$)

W_0 = Berat awal

W = Berat akhir setelah 24 jam

t = Waktu (24 jam)

A = Luas area *film* (m^2)

3.5.5 Ketahanan terhadap suhu ruang

Pengamatan ketahanan terhadap suhu ruang dilakukan dengan menguji *biodegradable film* yang telah dihasilkan dengan menyimpannya pada suhu ruang. Penyimpanan pada suhu ruang tersebut bertujuan untuk mengetahui berapa lama *biodegradable film* yang dihasilkan dapat bertahan pada kondisi suhu ruang di waktu tertentu. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mengamati penampakan visual dari *biodegradable film* seperti keutuhan, kondisi permukaan dan warna *film* (Fransisca *et al.*, 2013).

3.5.6 Uji biodegradabilitas

Pada penelitian ini, pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan menggunakan metode (Gontard *and* Guilbert, 1992 dalam Yuliana, 2014) yang dimodifikasi. Pada uji biodegradabilitas dengan menggunakan metode tersebut, tanah humus sebagai media tanam dimasukkan kedalam gelas plastik, kemudian sampel ditanam didalam tanah yang telah dimasukkan ke dalam gelas plastik tersebut, selanjutnya dilakukan pengamatan satu kali seminggu untuk mengetahui perubahan fisik dari sampel *film* dan dilakukan pencatatan lamanya masa *film* tersebut untuk terurai secara sempurna.

3.5.7 Uji transparansi

Pengujian transparansi dilakukan berdasarkan metode (Hidayati *et al.*, 2015) yang dimodifikasi yaitu menggunakan suatu benda yang berwarna tajam dan diletakkan dibawah *biodegradable film*. Kemudian sampel diamati tingkat transparansinya dan didokumentasikan dengan menggunakan kamera *handphone* tipe Oppo A74.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan gliserol dan CMC berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang. Nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan ketebalan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dengan penambahan kombinasi gliserol dan CMC sebesar 1,5% dan 3%. Nilai yang dihasilkan untuk kuat tarik sebesar 138 MPa, persen pemanjangan 32,325%, ketebalan 0,193 mm, laju transmisi uap air 11,5767 g/m²/hari, dapat bertahan di suhu ruang selama empat minggu dan terdegradasi di dalam tanah selama empat minggu.

5.2 Saran

Saran yang diajukan dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan konsentrasi gliserol dan CMC yang optimum untuk memperbaiki nilai persen pemanjangan dan laju transmisi uap air (WVTR) *biodegradable film* berbasis selulosa pelepah pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Affanti, R. 2023. Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) Dengan Penambahan Gliserol dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 68 hlm.
- Akbar, F., Anita, Z dan Harahap, H. 2013. Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*. 2(2):11-15.
- Al-Awwaly, K.U.A., Manab, dan Wahyuni, E. 2010. Pembuatan *edible film* protein whey: kajian rasio protein dan gliserol terhadap sifat fisik dan kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 5(1):45-56.
- Anggraini, F. 2019. Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) Dengan Penambahan Gliserol dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 44 hlm.
- Anward, G., Hidayat, Y., dan Rokhati, N. 2013. Pengaruh konsentrasi serta penambahan gliserol terhadap karakteristik film alginat dan kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(3):51-56.
- ASTM. 1983. *Annual book of ASTM Standard*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 512 hlm.
- ASTM. 1997. *Annual book of ASTM Standard*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 974 hlm.
- Averous, L. and Pollet, E. 2012. *Environmental Silicate Nano-Biocomposites, Green Energy and Technology : Biodegradable Polymers*. Springer. London. 26 hlm.
- Bahri, S. 2015. Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4 (2): 36-50.
- Batu, L.D.R.A. 2016. Pembuatan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) Dari Selulosa Eceng Gondok Dengan Media Reaksi Campuran Larutan Propanol-Butanol. (Tesis). Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. 42 hlm.

- Coniwanti, P., Laila, L., dan Alfira, M.R. 2014. Pembuatan *film* plastik *biodegradable* dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemplastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(20):22-30.
- Donhowe, I.G. and Fennema, O.R. 1994. The effects of plasticizer on crystallinity, permeability and mechanical properties of methyl cellulose films. *Journal Food Process and Presentatif*. 17(5):247-257.
- Dotmar Engineering Plastics Product. 2011. Data Kuat Tarik (MPa) of Dotmar Engineering Thermoplastics. <https://pub-mediabox-storage.rxweb-prd.com>. Diakses pada 10 Desember 2023.
- Elean, S., Saleh, C., Hindryawati, N. 2018. Pembuatan *film biodegradable* dari pati biji cempedak dan *carboxy methyl cellulose* dengan penambahan gliserol. *Jurnal Atomik*. 3(2):122-126.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K, A., dan Suparthana, I, P,. 2018. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* pati ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*). *Jurnal Media Ilmiah Teknologi Pangan*. 5(1):27-35.
- Fatriasari, W., Nanang, M., dan Euis, M. 2019. *Selulosa Karakteristik dan Pemanfaatannya*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 184 hlm.
- Forughi, A.F., Stoeber, B., and Green, S.I. 2017. Transparency measurement of thin films with one-sided optical access using fluorescence imaging. *Applied Optics*. 56(12):3359-3364.
- Fransisca, D., Zulferiyenni, dan Susilawati. 2013. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap sifat fisik *biodegradable film* dari komposit selulosa nanas. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 18(2):196-205.
- Gaddam, R.R., and Zhao, G. 2023. *Handbook of Sodium-Ion Batteries Materials and Characterization*. Jenny Stanford Publishing. New York. 764 hlm.
- Gilang, P, dan Cahyaningrum, S.E. 2013. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar kitosan dan pati singkong dengan *plasticizer* gliserol. *UNESA Journal of Chemistry*. 2(3):1-6.
- Gontard, N., Guilbert, S., and Cuq, J.L. 1993. Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water barrier properties at an edible wheat film. *Journal of Food Science*. 58(1):206-211.
- Hamzah, F.H., Fitra, F.S., Dewi, F.A., and Angga, P. 2021. Effect of the glycerol addition on the physical characteristics of biodegradable plastic made from oil palm empty fruit bunch. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 10(3):239-248.
- Harsunu, B.T. 2008. Pengaruh Konsentrasi *Plasticizer* Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik *Edible Film* dari Khitosan. (Skripsi). Universitas Indonesia. Jakarta. 49 hlm.

- Hidayat, M. K., Latifah., dan Sri, M. R. 2013. Penggunaan *carboxy methyl cellulose* dan gliserol pada pembuatan plastik *biodegradable* pati gembili. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 2(3): 253-258.
- Hidayati, S., Zuidar, A.S., dan Ardiani, A. 2015. Aplikasi sorbitol pada produksi *biodegradable film* dari nata de cassava. *Jurnal Reaktor*. 15(3):196-20.
- Hidayati, S., Zulferiyenni., dan Satyajaya, W. 2019. Optimasi pembuatan *biodegradable film* dari selulosa limbah padat rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan gliserol, kitosan, CMC dan tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(2): 340-354.
- Huri, D. dan Nisa, F.C. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. (2)4:29-40.
- Julianti, E. dan Nurminah, M. 2006. *Buku Ajar Teknologi Pengemasan*. Departemen Teknologi Pertanian. Medan. 125 hlm.
- Kaleka, N. 2013. *Pisang-pisang Komersial*. Arcita. Solo. 82 hlm.
- Kamal, N. 2010. Pengaruh bahan aditif CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) terhadap beberapa parameter pada larutan sukrosa. *Jurnal Teknologi*. 1(17):78-84.
- Latief, R. 2001. *Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable*. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor. 23 hlm.
- Mahalik, N.P. 2009. Processing and packaging automation system: a review. *Jurnal Sains and Instrumental*. 3(2):12–25.
- Masthura. 2018. *Pemanfaatan Pelepah Pisang Untuk Menghasilkan Briket Sebagai Energi Baru dan Terbarukan*. Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara Press. Medan. 69 hlm.
- Mota, C. J. A., Pinto, B. P., and de Lima, A. L. 2017. *Glycerol: A Versatile Renewable Feedstock for the Chemical Industry*. Springer. Switzerland. 120 hlm.
- Namet, N.T., Soso, V.M., and Lazic, V.L. 2010. Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *APTEFF*. 41(41):57-67.
- Negara, M.H.P.A.T., Situmorang, S., dan Gultom, D. T. 2020. Analisis kepuasan dan loyalitas konsumen terhadap pisang raja sereh dan pisang cavendish di kota Bandar Lampung. *JIIA*. 8(1):123-130.

- Ningsih, E.P., Dahlena, A., dan Sumardi. 2019. Pengaruh penambahan *carboxy methyl cellulose* (CMC) terhadap karakteristik bioplastik dari pati ubi nagara (*Ipomoea batatas. L*). *Indonesian Journal of Chemical Research*. 7(1):77-85.
- Ningsih, S.H. 2015. Pengaruh *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Campuran Whey Dan Agar. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 57 hlm.
- Nurfauzi, S., Sutan, S.M., Argo, B.D., dan Djoyowasito, G. 2018. Pengaruh konsentrasi CMC dan suhu pengeringan terhadap sifat mekanik dan sifat degradasi pada plastik *biodegradable* berbasis tepung jagung. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 6(1):90-99.
- Nurfitriyani, R. 2022. Pengaruh Penambahan Gliserol dan *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Selulosa Kulit Kopi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 62 hlm.
- Nurindra, A.P., Alamsjah, M.A., dan Sudarno. 2015. Karakteristik *edible film* dari pati propagul mangrove lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) dengan penambahan *carboxy methyl cellulose* (CMC) sebagai penstabil. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2):125-132.
- Panggabean, F.Y. dan Dewi, R. 2021. Pemanfaatan pelepah pisang menjadi kerajinan untuk meningkatkan kesejahteraan kelompok PKK pantai Johor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(2):48-57.
- Panjaitan, R.M., Irdoni, dan Bahruddin. Pengaruh kadar dan ukuran selulosa berbasis batang pisang terhadap sifat dan morfologi bioplastik berbahan pati umbi talas. *Jurnal Online Mahasiswa. FTEKNIK*. 4(1):1-7.
- Prasetyo, A.E., Anggara, W., dan Widayat. 2012. Potensi gliserol dalam pembuatan turunan gliserol melalui proses esterifikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1):26-31.
- Purwanti, A. 2010. Analisis kuat tarik dan elongasi plastik kitosan terplastisasi sorbitol. *Jurnal Teknologi*. 3(2):99-106.
- Rachmawati, E. dan Suryani L. 2011. Optimasi Proporsi Campuran Gluten Dan Gum Arab Serta Penambahan Asam Stearat Dalam Pembuatan *Edible Film* dan Aplikasinya Untuk Pelapisan Kacang Bawang Rendah Lemak. *Prosiding Seminar Nasional*. 98-106.
- Rahman, H. 2006. Pembuatan Pulp dari Batang Pisang Uter (*Musa Paradisiaca Linn. var utter*) Pascapanen dengan Proses Soda. (Skripsi). Fakultas kehutanan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 68 hlm.

- Santoso, A. dan Atma, Y. 2020. Physical properties of edible film from pangasius catfish bone gelatin-breadfruits starch with different formulations. *Indonesian Food Science and Technology Journal*. 3(2):42-47.
- Satriyo. 2012. Kajian Penambahan *Chitosan*, Gliserol, dan *Carboxy Methyl Cellulose* terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* dari Bahan Komposit Selulosa Nanas. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 50 hlm.
- Septiawan, F., Amraini, S.Z., dan Bahrudin. 2019. Pembuatan bioplastik berbasis komposit pati sagu-*carboxy methyl cellulose* (CMC) dengan *plasticizer* sorbitol. *Jurnal online Mahasiswa Fakultas Teknik*. 6(1):1-7.
- Septiosari, A., Latifah, L., dan Kusumawati, E. 2014. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik limbah biji mangga dengan penambahan selulosa dan gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3(2):157-162.
- Setiawan, H., Musthofa, L., dan Masruroh. 2014. Optimasi plastik *biodegradable* berbahan jalarut (*Marantha arundinacea* L.) dengan variasi lldpe untuk meningkatkan karakteristik mekanik. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 2(2):124-130.
- Setyarini, W. 2017. Pengaruh Penambahan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dan Sorbitol terhadap Karakteristik *Edible Film* Lidah Buaya Sinensis (*Aloe chinensis* M.). (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 77 hlm.
- Sitompul, A.J.W.S. dan Elok, Z. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi *plasticizer* terhadap sifat fisik *edible film* kolang kaling (*Arenga pinata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1):13-25.
- Sofia, A., Prasetya, A.T., dan Kusumastuti, E. 2017. Komparasi bioplastik kulit labu kuning-kitosan dengan *plasticizer* dari berbagai variasi sumber gliserol. *Indones. J. Chem. Sci*. 6(2):111–116.
- Suwanto, B. 2011. Pengaruh temperatur post-curing terhadap kekuatan tarik komposit epoksi resin yang diperkuat woven serat pisang. *e-Jurnal Wahana*. 5(2). 1-31.
- Syafrudin. 2004. Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Waktu Pemasakan terhadap Rendemen dan Sifat Fisis Pulp Batang Pisang Kepok (*Musa spp.*) Pascapanen. (Skripsi). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 94 hlm.
- Tongdeesoontorn, W., Mauer, L.J., Wongruong, S., Sriburi, P., and Rachtanapun, P. 2011. Effect of carboxymethyl cellulose concentration on physical properties of biodegradable cassava starch-based films. *Chemistry Central Journal*. 5:1-8.
- Ummah, N.A. 2013. Uji Ketahanan *Biodegradable Plastic* Berbasis Tepung Biji Durian terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang. Semarang. 97 hlm.

- Unsa, L.K. dan Paramastri, G.A. 2018. Kajian jenis *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol terhadap sintesis dan karakterisasi *edible film* pati bonggol pisang sebagai pengemas buah apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 10(1):35-47.
- Wahyuningtyas, N.E. and Suryanto, H. 2017. Analysis of biodegradation of bioplastics made of cassava starch. *Journal Of Mechanical Engineering Science and Technology*. 1(1):24-31.
- Wattimena, D., Ega, L., and Polnaya, F.J. 2016. Karakteristik *edible film* pati sagu alami dan pati sagu fosfat dengan penambahan gliserol. *AGRITECH*. (36)3:247-252.
- Yuliana, E. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* dari Nata De Cassava. Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 53 hlm.
- Zulferiyenni, Hanum, T., dan Suharyono, A.S. 2004. Pemurnian selulosa nanas untuk bahan dasar pembuatan film selulosa. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 4(1):55-62.
- Zulferiyenni dan Hidayati S. 2016. Sifat kimia limbah padat rumput laut hasil pemurnian menggunakan H₂O₂ dan NaOH. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 141- 148.