

**PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL DAN CMC TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM DARI DAUN PANDAN
(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

(Skripsi)

Oleh

NADIA MAYARIANTI

1414051071



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL DAN CMC TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM DARI DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

Oleh

NADIA MAYARIANTI

Biodegradable film menjadi salah satu alternatif pengganti plastik konvensional yang sulit terurai. *Biodegradable film* dapat dibuat dari sumber daya alam seperti selulosa. Daun pandan memiliki komponen selulosa berkisar antara 30-35 %. Tujuan penelitian adalah mengetahui penggunaan konsentrasi gliserol dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) serta interaksi keduanya terhadap karakteristik *biodegradable film* dari daun pandan. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu penambahan gliserol dengan konsentrasi 0.5% (G1); 1% (G2); 1.5% (G3), dan faktor kedua yaitu penambahan CMC dengan konsentrasi 1% (C1); 2% (C2); 3% (C3). Data dianalisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dan data dianalisis lebih lanjut dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara gliserol dan CMC dalam menghasilkan *biodegradable film*. *Biodegradable film* dengan perlakuan terbaik yaitu pada formulasi G2C3 (Gliserol 1% dan CMC 3%) dengan nilai kuat tarik sebesar 615,333 MPa, nilai ketebalan sebesar 0,332 mm, nilai elongasi sebesar 3,343 mm, dan biodegradabilitas selama 14 hari.

Kata kunci: Selulosa, Gliserol, CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), WVTR, *Biodegradable Film*

ABSTRACT

EFFECT OF GLYCEROL CONCENTRATION AND CMC ON CHARACTERISTICS OF BIODEGRADABLE FILM FROM PANDAN LEAF (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

By

NADIA MAYARIANTI

Biodegradable films are an alternative to conventional plastics that are difficult to decompose. *Biodegradable films* can be made from natural resources such as cellulose. Pandan leaves have cellulose components ranging from 30-35%. The purpose of this study was to determine the use of concentrations of glycerol and CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) and their interaction with the characteristics of the *biodegradable film* from pandan leaves. This study was arranged in a Completely Randomized Block Design (RAKL) with 2 factors and three replications. The first factor is the addition of glycerol with a concentration of 0.5% (G1); 1% (G2); 1.5% (G3), and the second factor is the addition of CMC with a concentration of 1% (C1); 2% (C2); 3% (C3). The data were analyzed by variance to determine the effect between treatments and the data were further analyzed with the Honestly Significant Difference Test (BNJ) at the 5% level. The results showed that there was an interaction between glycerol and CMC in producing *biodegradable films*. *Biodegradable film* with the best treatment was in the G2C3 formulation (Glycerol 1% and CMC 3%) with a tensile strength value of 615.333 MPa, a thickness value of 0.332 mm, an elongation value of 3.343 mm, and biodegradability for 14 days.

Keywords: Cellulose, Glycerol, CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), WVTR, *Biodegradable Film*

**PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL DAN CMC TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM DARI DAUN PANDAN
(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

Oleh

NADIA MAYARIANTI

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
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL DAN CMC TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM DARI DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)**

Nama Mahasiswa : Nadia Mayarianti

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414051071

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

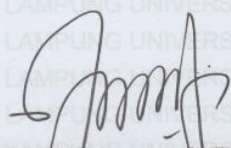
Fakultas : Pertanian




Ir. Zulferiyenni, M.T.A.
NIP. 19620207 199010 2 001


Ir. Susilawati, M.Si.
NIP. 19610806 198702 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 19803 1 005

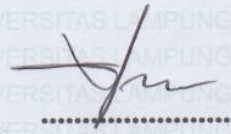
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji


Ketua : Ir. Zulferiyenni, M.T.A.



Sekretaris : Ir. Susilawati, M.Si.



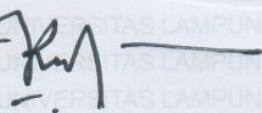
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Desember 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Nama Nadia Mayarianti NPM 1414051071

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 telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkan nya.

Bandar Lampung, 21 Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Nadia Mayarianti

NPM. 1414051071

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Utara pada 08 Desember 1996, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Edi Kusnadi dan Ibu Tety Efliana. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Gedung Ketapang pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Al Kautsar dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Al Kautsar dan lulus pada tahun 2014. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN.

Pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di CV.Yuasa Food Berkah Makmur, Wonosobo, Jawa Tengah dan menyelesaikan laporan PU yang berjudul “Mempelajari Proses Pengemasan dan penudangan di CV.Yuasa Food Berkah Makmur. Pada bulan Januari sampai dengan Maret 2018, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Tiyuh Mulya Sari, Kecamatan Gunung Agung, Kabupaten Tulang Bawang Barat, Lampung.

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirrahiim. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang merangkap menjadi penguji atas segala saran dan nasihat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A., selaku dosen pembimbing pertama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, nasihat, saran dan arahan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, arahan dan dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.

5. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku pembahas atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, arahan dan dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis selama kuliah.
7. Ayah dan Ibu serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang selalu menyertai penulis dalam doa selama melaksanakan perkuliahan dan menyelesaikan skripsi.
8. Sahabat-sahabat (mimi, widya, alm yuli), serta teman-teman terbaik angkatan 2014, teman satu pembimbing, dan teman-teman lainnya terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, canda tawa, dan kebersamaannya selama ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menjalani perkuliahan dan menyelesaikan skripsi.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi dan bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 21 Desember 2021

Nadia Mayarianti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran.....	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Biodegradable Film</i>	6
2.1.1 Komponen Penyusun <i>Biodegradable Film</i>	7
2.1.2 Karakteristik <i>Biodegradable Film</i>	8
2.2 Daun Pandan	9
2.3 Selulosa	10
2.4 Gliserol.....	12
2.5 <i>Carboxy Methyl Cellulose (CMC)</i>	13
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat.....	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksan Penelitian	16
3.4.1 Prosedur Pembuatan Pulp Daun Pandan.....	17
3.4.2 Prosedur Pemurnian Selulosa Daun Pandan.....	17
3.4.3 Prosedur Pembuatan <i>Biodegradable Film</i>	18
3.5 Pengamatan	19
3.5.1 Uji Kuat tarik	19
3.5.2 Uji Ketebalan	20
3.5.3 Uji Persen Pemanjangan	21
3.5.4 Uji Biodegradabilitas	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Uji Kuat Tarik	22
4.2 Uji Ketebalan	25
4.3 Uji Persen Pemanjangan	22

4.4 Uji Biodegradabilitas Film.....	29
IV. KESIMPULAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data hasil kuat tarik.....	37
2. Uji homogenitas (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's test</i>) kuat tarik	37
3. Analisis ragam kuat tarik.....	38
4. Uji bnj terhadap interaksi GC terhadap kuat tarik.....	38
5. Data hasil ketebalan.....	39
6. Uji homogenitas (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's test</i>) ketebalan	39
7. Analisis ragam ketebalan.....	40
8. Uji bnj terhadap interaksi GC terhadap ketebalan.....	41
9. Data hasil persen pemanjangan	41
10. Uji homogenitas (kesamaan) ragam (<i>Bartlett's test</i>) persen pemanjangan	42
11. Analisis ragam persen pemanjangan	43
12. Uji bnj terhadap interaksi GC terhadap persen pemanjangan	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Daun Pandan Wangi.....	9
2. Struktur selulosa.....	11
3. Struktur gliserol.....	12
4. Struktur CMC (<i>Carboxyl Methyl Cellulose</i>).....	13
5. Diagram alir pembuatan bubuk sabut daun pandan.....	17
6. Diagram alir pemurnian selulosa dari sabut daun pandan.....	18
7. Diagram alir pembuatan <i>biodegradable film</i>	19
8. Pengaruh konsentrasi gliserol dan CMC terhadap kuat tarik <i>biodegradable film</i>	22
9. Pengaruh konsentrasi gliserol dan CMC terhadap ketebalan <i>biodegradable film</i>	25
10. Pengaruh konsentrasi gliserol dan CMC terhadap persen pemanjangan <i>biodegradable film</i>	27
11. Pengujian biodegradabilitas.....	30
12. Pengecilan Ukuran Daun Pandan.....	46
13. Penyaringan dan pencucian Bubur Daun Pandan.....	46
14. Bubur Daun Pandan.....	46
15. Perendaman dengan NaOH 2%.....	46
16. Pencucian hingga pH netral.....	46
17. Pemasakan dengan H ₂ O ₂ 2%.....	46

18. Pencucian hingga pH netral	47
19. Pembuatan <i>biodegradable film</i>	47
20. Ulangan 1	47
21. Ulangan 2	50
22. Ulangan 3	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Biodegradable film menjadi salah satu alternatif pengganti plastik konvensional. Plastik saat ini masih di gunakan untuk kemasan produk sebagai wadah untuk melindungi produk yang akan disimpan baik produk pangan atau nonpangan dan menjadi suatu kebutuhan bagi masyarakat di Indonesia. Masyarakat Indonesia lebih memilih plastik sebagai kemasan karena plastik memiliki kelebihan yaitu plastik lebih ringan, tahan terhadap bahan kimia, mudah dibentuk, anti karat, dan lebih kuat. Berdasarkan data INAPLAS (*Indonesian Oleafin Aromatic Plastic Industry Association*) jumlah plastik dari tahun 2013 sampai tahun 2016 terjadi kenaikan terus menerus, penggunaan plastik oleh masyarakat Indonesia pada tahun 2013 tercatat sebesar 3,2 juta ton, tahun 2014 3,8 juta ton, tahun 2015 4,5 juta ton, dan tahun 2016 sebesar 4,8 juta ton, dapat dilihat dari data tersebut terjadi kenaikan terus menerus setiap tahunnya.

Peningkatan jumlah penggunaan kemasan plastik di Indonesia ini mengakibatkan pencemaran lingkungan dan mengganggu ekosistem lingkungan karena plastik kemasan sulit untuk terdegradasi. Plastik yang merupakan polimer sintetik ini sangat sulit untuk terurai oleh komponen biotik seperti mikroorganisme dan komponen abiotik ataupun oleh sinar matahari. Agar dapat terurai secara

sempurna di dalam tanah, plastik membutuhkan waktu kira-kira 100 hingga 500 tahun (Akbar *et al.*, 2013). Plastik tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga sampah plastik tidak dapat membusuk. Jika dalam jumlah besar menumpuk, sampah plastik akan mengganggu kesuburan tanah dan lingkungan sekitarnya. Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan kemasan plastik tidak dapat dipertahankan dan dibutuhkan alternatif pengganti untuk kemasan plastik yang mudah terurai, bersifat ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti kemasan plastik salah satunya adalah *biodegradable film*.

Biodegradable film adalah kemasan yang penggunaannya sama dengan kemasan plastik konvensional pada umumnya, namun *biodegradable film* ini mudah terurai secara sempurna oleh mikroorganisme (Akbar *et al.*, 2013). Menurut Darni (2010), *biodegradable film* memiliki tingkat kekuatan yang relatif sama dengan plastik sintetik, Selain itu penggunaan *biodegradable film* pada bahan pengemas dapat menjaga kualitas produk dengan baik, memperpanjang masa simpan, juga dapat digunakan sebagai bahan pengemas yang ramah lingkungan (Mindarwati, 2006).

Berdasarkan bahan baku yang digunakan, *biodegradable film* di kelompokkan menjadi 2 bagian, Pertama yaitu campuran petrokimia (*nonrenewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bioaktif yang bersifat *biodegradable*. Kedua yaitu bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) secara keseluruhan seperti dari tanaman yang mengandung pati, selulosa dan metabolit hasil mikroorganisme (Ningsih, 2010). Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film* adalah daun pandan.

Pemanfaatan daun pandan sangat berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film*. Serat yang dimiliki daun pandan cukup baik dan memiliki daya serap air yang tinggi, produksi nasional daun pandan yaitu sebesar 2.870 ton per tahun (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1997). Daun pandan memiliki kandungan komponen selulosa berkisar antara 30-35 %, air berkisar antara 43-52% dan lignin berkisar antara 18-22% (Waluyo, 2006). Komponen selulosa yang tinggi ini dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film* karena selulosa bersifat kaku dan kuat, sehingga untuk menghasilkan *Biodegradable film* yang memiliki sifat plastis perlu adanya *plasticizer*. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas *biodegradable film*, mengurangi resiko pecah, dan hancurnya *biodegradable film* saat akan dibentuk sehingga dapat membuat *biodegradable film* lebih plastis, tingkat kelenturan dan fleksibilitas yang tinggi sehingga mampu menjadi kemasan yang baik (Satriyo, 2012).

Salah satu bahan *plasticizer* yang efektif untuk selulosa daun pandan adalah gliserol dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). Pada pembuatan *biodegradable* dari daun pandan dilakukan penambahan *plasticizer* yaitu gliserol dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) yang berfungsi meningkatkan daya kuat tarik pada *biodegradable film* yang dihasilkan daun pandan, namun belum tersedia informasi tentang formulasi *plasticizer* gliserol dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) sebagai penstabil yang optimum untuk bahan daun pandan yang menghasilkan *biodegradable film* dengan karakteristik yang diinginkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui penggunaan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *biodegradable film* daun pandan.
2. Mengetahui penggunaan konsentrasi CMC terhadap karakteristik *biodegradable film* dari daun pandan.
3. Mengetahui interaksi antara konsentrasi gliserol dan CMC untuk menghasilkan karakteristik *biodegradable film* dari daun pandan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Daun pandan memiliki kandungan komponen selulosa berkisar antara 30-35 %, dan lignin sebesar berkisar antara 18-22% (Waluyo, 2006). Sehingga dapat di manfaatkan sebagai bahan pembuatan *biodegradable film*. Bahan tambahan yang digunakan agar mendapatkan *biodegradable film* dengankarakteristik kemasan yang baik ialah gliserol dan CMC. Gliserol berfungsi sebagai *plasticizer* yang dapat mengurangi kerapuhan film dan meningkatkan plastis pada bahan (Gontard *et al.*, 1992).

Gliserol akan memecah ikatan intermolekuler selulosa, sehingga akan menurun kekakuan pada selulosa. Kondisi ini menyebabkan *film* yang dihasilkan menjadi plastis (Fatma *et al.*, 2015). Penelitian *biodegradable film* dari ampas kulit apel dengan penambahan gliserol menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 10 % dengan nilai kuat tarik 11, 843 MPa, ketebalan 0, 204 mm, dan biodegradabilitas 14 hari (Huri *et al.*, 2014). Penambahan CMC perlu dilakukan sebagai penstabil yang dilarutkan dalam air. Menurut Netty (2010) CMC yang

berfungsi sebagai penstabil berinteraksi dengan air yang akan mengikat air dan lemak dengan kuat sehingga menghindari terjadinya pemisahan antara padatan dan cairan. Penelitian *biodegradable film* dari ampas nanas dengan penambahan gliserol dan CMC menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 0,5 % gliserol dan 2% CMC dengan nilai kuat tarik 199,63 MPa dan biodegradabilitas 14 hari (Satriyo, 2012). Bahan tambahan CMC dan gliserol dapat mempengaruhi kuat tarik, ketebalan dan biodegradabilitas pada *biodegradable film* karena mempengaruhi sifat fisik dan kimia *biodegradable film* yang dihasilkan. Akan tetapi belum terdapat informasi pembuatan *biodegradable film* dengan bahan baku daun pandan dengan penambahan gliserol dan CMC sebagai penstabil yang terbaik untuk menghasilkan karakteristik *biodegradable film* yang baik. Pada penelitian ini digunakan formulasi bahan untuk pembuatan *biodegradable film* dari bahan selulosa dengan rentang persentase untuk gliserol 0,5%; 1% dan 1,5%, sedangkan untuk konsentrasi CMC 1%; 2% dan 3%.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat konsentrasi gliserol yang sesuai dengan menghasilkan karakteristik *biodegradable film* dari bahan daun pandan yang terbaik.
2. Terdapat konsentrasi CMC yang sesuai dengan menghasilkan karakteristik *biodegradable film* dari bahan daun pandan yang terbaik.
3. Terdapat interaksi antara gliserol dan CMC yang sesuai dengan karakteristik untuk menghasilkan *biodegradable film* dari bahan daun pandan yang terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Biodegradable Film*

Biodegradable film adalah film kemasan yang dapat hancur secara alami oleh mikroorganisme, bakteri dan jamur. *Biodegradable film* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *biodegradable film*, *biodegradable coating*, dan *enkapsulasi*. *Biodegradable coating* merupakan jenis *film* yang langsung melapisi produk, sedangkan pada *biodegradable film* pembentukannya tidak secara langsung melainkan sebagai pelapis dan pengemas. *Enkapsulasi* merupakan *biodegradable packaging* yang memiliki fungsi sebagai pembawa zat flavor berbentuk serbuk. *Biodegradable film* berfungsi sebagai penghambat perpindahan uap air, penghambat pertukaran gas, pencegah kehilangan aroma, pencegah perpindahan lemak, peningkatan karakteristik fisik, dan pembawa zat aditif (Austin, 1985). Sifat mekanik yang menjadi standar kekuatan dari *biodegradable film* umumnya terdiri dari kuat tarik (*tensile strength*), elongasi (*elongation to break*) (Yun *et al.*, 2009 dalam Ummah 2013) biasanya disebut sebagai sifat peregangan dan ketebalan (Gontard *et al.*, 1992). Kekuatan tarik suatu bahan merupakan gambaran mutu bahan secara mekanik (Akrom 2009 dalam Ummah 2013). Sifat peregangan menunjukkan bagaimana materi akan bereaksi terhadap gaya yang diterapkan dalam ketegangan. Uji tarik merupakan uji mekanik dasar yang digunakan untuk

menentukan modulus elastisitas, batas elastis, elongasi, kekuatan tarik, titik leleh dan sifat tarik lainnya (Larson 2010 dalam Ummah 2013). Ketebalan dilakukan dengan pengukuran pada lima tempat yang berbeda. Tujuannya adalah untuk melihat pengaruh laju uap air, gas, senyawa volatil yang masuk ke dalam bahan (Gontard *et al.*, 1992).

2.1.1. Komponen Penyusun *Biodegradable Film*

Komponen utama penyusun *biodegradable film* terbagi menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok digunakan antara lain senyawa protein, polisakarida, alginat, pektin, dan pati. Bahan dasar protein dapat berasal dari jagung, kedelai, *wheat gluten*, *kasein*, kolagen, gelatin, *cornzein*, protein susu dan protein ikan. Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable film* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab dan gum karaya), xanthan, kitosan dan lain-lain. Lipida yang biasa digunakan adalah gliserol, *waxes*, asil gliserol dan asam lemak, sedangkan komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid (Donhowe *et al.*, 1994).

Pembuatan *biodegradable film* menggunakan bahan tambahan salah satunya adalah *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan non volatil, bertitik didih tinggi, jika ditambahkan pada material lain dapat mengubah sifat material menjadi lebih plastis. *Plasticizer* berfungsi untuk mengurangi kerapuhan film, meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air, dan zat terlarut serta meningkatkan plastis (Gontard *et al.*, 1992). Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam

pembuatan biodegradable film antara lain gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol dan sorbitol (Julianti *et al.*, 2006).

2.1.2. Karakteristik *Biodegradable Film*

Secara umum karakteristik dari *biodegradable film* ialah terdiri dari kuat tarik (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*), transmisi uap air (Harsunu, 2008) dan ketebalan (Gontard *et al.*, 1992).

1. Kuat tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film sebelum film putus atau robek. Kuat tarik menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada film selama pengukuran berlangsung. Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan konsentrasi plasticizer yang ditambahkan pada proses pembuatan film (Harsunu, 2008). Standar kuat tarik yang harus dicapai pada biodegradable film sebesar 56-100 MPa dengan menggunakan bahan baku yang berdasar dari sumber daya alam.

2. Persen pemanjangan

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga film terputus. Umumnya plasticizer dalam jumlah lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu film meningkat lebih besar (Harsunu, 2008). Standar persen pemanjangan yang harus dicapai pada biodegradable film sebesar 10-20% menurut standar plastik internasional (ASTM, 1983).

3. Permeabilitas uap air

Nilai 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 Mindarwati (2006) plastik film yang baik untuk kemasan makanan adalah film yang mempunyai nilai permeabilitas uap air maksimal 7 gr/m²/hari.

4. 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. Standar ketebalan pada biodegradable film sebesar 0,25 mm (Gontard *et al.*, 1992).

Karakteristik biodegradable film yang baik mampu mendekati karakteristik kemasan berbahan baku petrokimia. Bahan pengemas yang sering digunakan ialah polietilen. Polietilen memiliki sifat yang lunak transparan, fleksibel serta mempunyai kekuatan benturan dan kekuatan sobek yang baik. Polietilen memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan sifat mekanik yang baik pada ketebalan 0,00254 sampai 0,0254 mm sehingga digunakan sebagai bahan pengemas (Harumningtyas, 2010).

2.2. Daun Pandan



Gambar 1. Daun Pandan Wangi
Sumber: Koleksi Pribadi

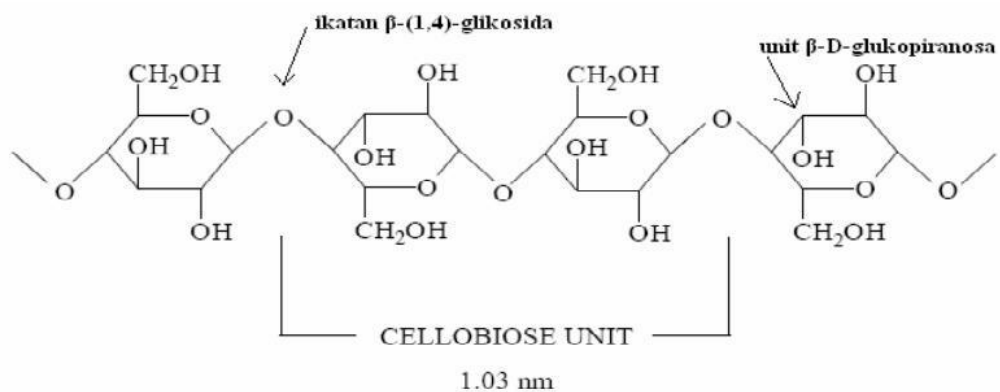
Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) atau biasa disebut pandan saja adalah jenis tanaman monokotil dari famili *Pandanaceae*. Batangnya bercabang, menjalar, pada pangkal keluar akar tunjang. Daun pandan wangi berwarna hijau, diujung daun berduri kecil, kalau diremas daun ini berbau wangi. Daun tunggal, dengan pangkal memeluk batang, tersusun berbaris tiga dalam garis spiral. Helai daun tipis, licin, ujung runcing, tepi rata, bertulang sejajar, panjang 40-80 cm, lebar 3-5 cm, dan berduri tempel pada ibu tulang daun permukaan bawah bagian ujung-ujungnya. Beberapa varietas memiliki tepi daun yang bergerigi (Dalimartha, 2009).

Pandan wangi memiliki aroma yang khas pada daunnya. Komponen aroma dasar dari daun pandan wangi itu berasal dari senyawa kimia *2-acetyl-1-pyrroline* (*ACPY*) yang terdapat juga pada tanaman jasmin, hanya saja konsentrasi *ACPY* pada pandan wangi lebih tinggi dibandingkan dengan jasmin (Cheetangdee *et al.*, 2006). Komposisi kimia daun pandan wangi dalam 100 g bahan yaitu air 77%, abu 1,3%, karbohidrat 14,29%, protein 3,7%, lemak 0,52%. Kegunaan tanaman pandan adalah sebagai bahan baku produk-produk makanan dan serat tekstil (Stone, 1999).

2.3. Selulosa

Selulosa (Gambar 2) merupakan serat-serat panjang yang bersama lignin dan hemiselulosa membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman (Winarno, 1995). Isolasi selulosa sangat dipengaruhi oleh senyawa yang menyertai di dalam dinding sel. Selulosa tersusun dari unit-unit glukosa yang tersambung dengan ikatan β -1,4-glikosidik membentuk suatu rantai makromolekul

tidak bercabang. Setiap unit glukosa memiliki tiga gugus hidroksil (Zugenmaier, 2008). Gugus hidroksil tersebut memungkinkan selulosa membentuk banyak ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan kekakuan dan gaya antar rantai yang tinggi sehingga selulosa tidak larut dalam air (Billmeyer, 1987). Pasangan-pasangan molekul selulosa tersebut saling berikatan satu sama lain dengan ikatan hidrogen membentuk mikrofibril yang bersifat seperti kristal sehingga mempunyai kekuatan renggang yang tinggi.



Gambar 2. Struktur selulosa

Sumber : Zugenmaier, 2008

Turunan selulosa telah digunakan secara luas dalam sediaan farmasi seperti etil selulosa, metil selulosa, karboksimetil selulosa, dan dalam bentuk lainnya yang digunakan dalam sediaan oral, topikal, dan injeksi. Baru-baru ini, penggunaan selulosa mikrokristal dalam emulsi dan formulasi injeksi semi padat telah dijelaskan. Penggunaan bentuk-bentuk selulosa dalam sediaan disebabkan sifatnya yang inert dan biokompatibilitas yang sangat baik pada manusia (Zugenmaier, 2008).

2.4. Gliserol

Gliserol adalah senyawa golongan alcohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (alcohol trivalent). Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$ dengan nama kimia 1,2,3 propanatriol. Berat molekul gliserol adalah 92,1 massa jenis $1,23\text{g}/\text{cm}^3$ dan titik didihnya 209°C (Winarno, 1997). Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, dan menurunkan. Menambahkan bahwa gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk film yang bersifat hidrofobik seperti pati. Ia dapat meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas film (Winarno, 1997).



Gambar 3. Struktur gliserol

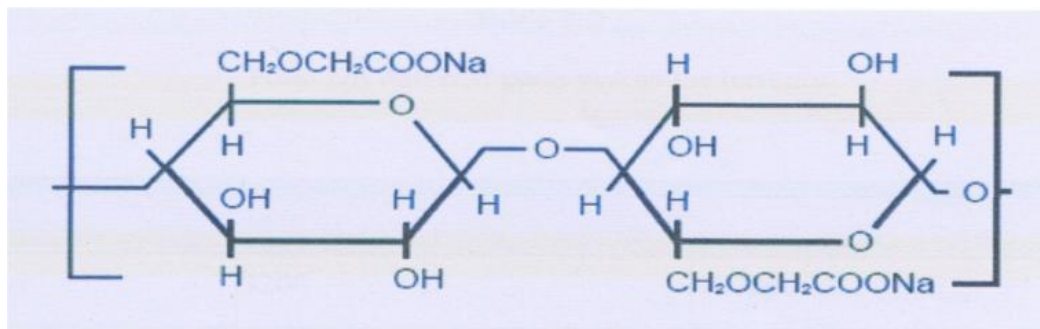
Sumber: Winarno, 1997

Molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi inter molekuler dan meningkatkan mobilitas polimer. Selanjutnya menyebabkan peningkatan elongasi dan penurunan *tensile strength* seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Penurunan interaksi inter molekuler dan peningkatan mobilitas molekul akan memfasilitasi migrasi molekul uap air (Rodrigues *et al.*,

2006). *Plasticizer* menurunkan gaya inter molekuler dan meningkatkan mobilitas ikatan polimer sehingga memperbaiki fleksibilitas dan extensibilitas film. Ketika gliserol menyatu, terjadi beberapa modifikasi struktural di dalam jaringan pati, matriks film menjadi lebih sedikit rapat dan di bawah tekanan, bergerakny rantai polimer dimudahkan, meningkatkan fleksibilitas film (Alvestet *et al.*, 2007).

2.5. Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Carboxy Methyl Cellulose (Gambar 4) merupakan eter polimer linier dan berupa senyawa yang memiliki sifat *biodegradable*, tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air, memiliki rentang pH sebesar 6,5-8,0. CMC berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloroasetat dengan katalis berupa senyawa alkali. CMC juga merupakan senyawa serbaguna yang memiliki sifat penting seperti kelarutan, reologi dan adsorpsi dipermukaan (Deviwings, 2008).



Gambar 4. Struktur CMC (Carboxyl Methyl Cellulose)

Sumber : Netty (2010)

Sifat dari CMC ialah mudah larut dalam air dingin maupun panas dan dapat membentuk lapisan pada suatu permukaan. Sifat pada CMC diantaranya yaitu

bersifat stabil terhadap lemak dan tidak larut dalam pelarut organik, baik sebagai bahan penebal, sebagai zat inert, dan bersifat sebagai pengikat. Berdasarkan sifatnya 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. Kelembaban CMC yang diijinkan dalam kemasan tidak boleh melebihi 8 % dari total berat produk (Netty, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium MIPA Kimia Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai bulan Oktober 2019.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian biodegradable film ini adalah daun pandan segar yang didapatkan dari pasar di daerah Bandar Lampung. Bahan lain yang digunakan adalah gliserol, CMC, aquades, NaOH 2,5%, sebagai pelarut lignin, H₂O₂ 2% sebagai blancing, dan tanah sebagai media pengurai.

Alat yang digunakan adalah *Hydraulic Universal Testing Machine (HUTM)* untuk uji kuat tarik dan ketebalan, timbangan digital, erlenmeyer, pipet tetes, talenan, pisau *stainless steel*, baskom, aluminium foil, spatula, pH meter, blender, *beaker glass*, corong, kain saring, stopwatch, penangas air, thermometer, cawan, dan peralatan laboratorium lainnya.

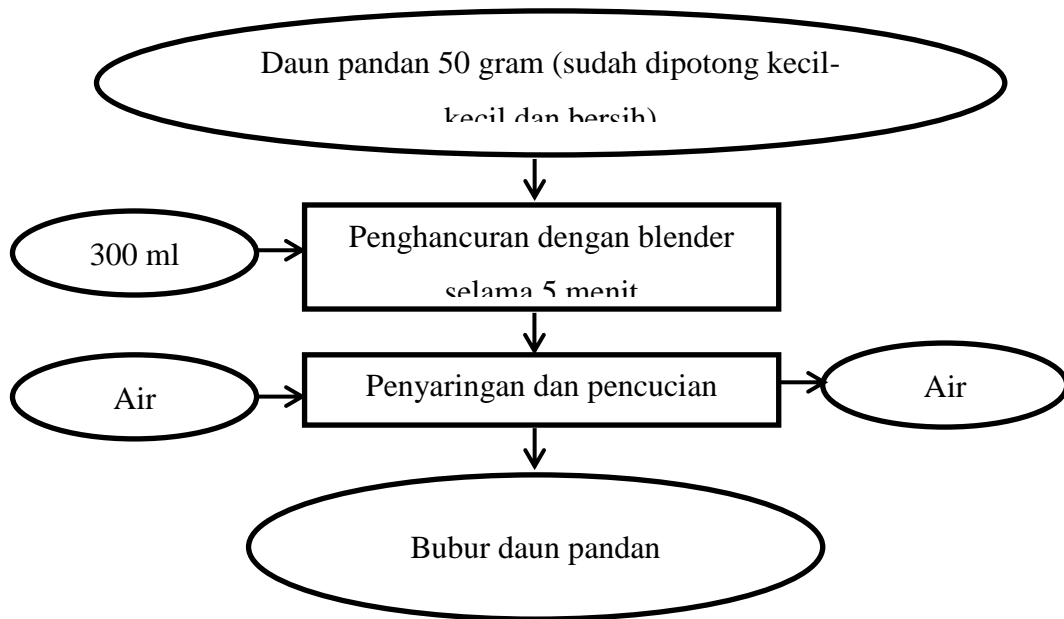
3.3 Metode Penelitian

Perlakuan ini disusun secara faktorial 3x3 dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Penelitian ini menggunakan kombinasi antara perlakuan konsentrasi gliserol (G) yaitu, 0,5%(G1), 1%(G2), 1,5%(G3) dan CMC (C) yaitu, 1%(C1), 2%(C2) ,3% (C3). Kesamaan ragam data diuji dengan *Uji Bartlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data hasil pengamatan karakteristik dilakukan sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Data diolah lebih lanjut dengan uji BNJ 5% . Data untuk pengujian biodegradabilitas disajikan dalam bentuk gambar dan dibahas secara deskriptif.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Prosedur Pembuatan Pulp Daun Pandan

Pembuatan bubur daun pandan menggunakan metode yang sama dengan penmuatan pulp dari kulit kelapa muda. daun pandan yang diambil ± 2 cm dibawah. Sebanyak 50gram dicuci dan dibersihkan dan di potong kecil kecil, kemudian ditambahkan 300 ml air, dan diblender selama 5 menit sampai terbentuk bubur. Bubur daun pandan dicuci dan disaring untuk memisahkan air dan selulosa menggunakan saringan hingga didapatkan selulosa.

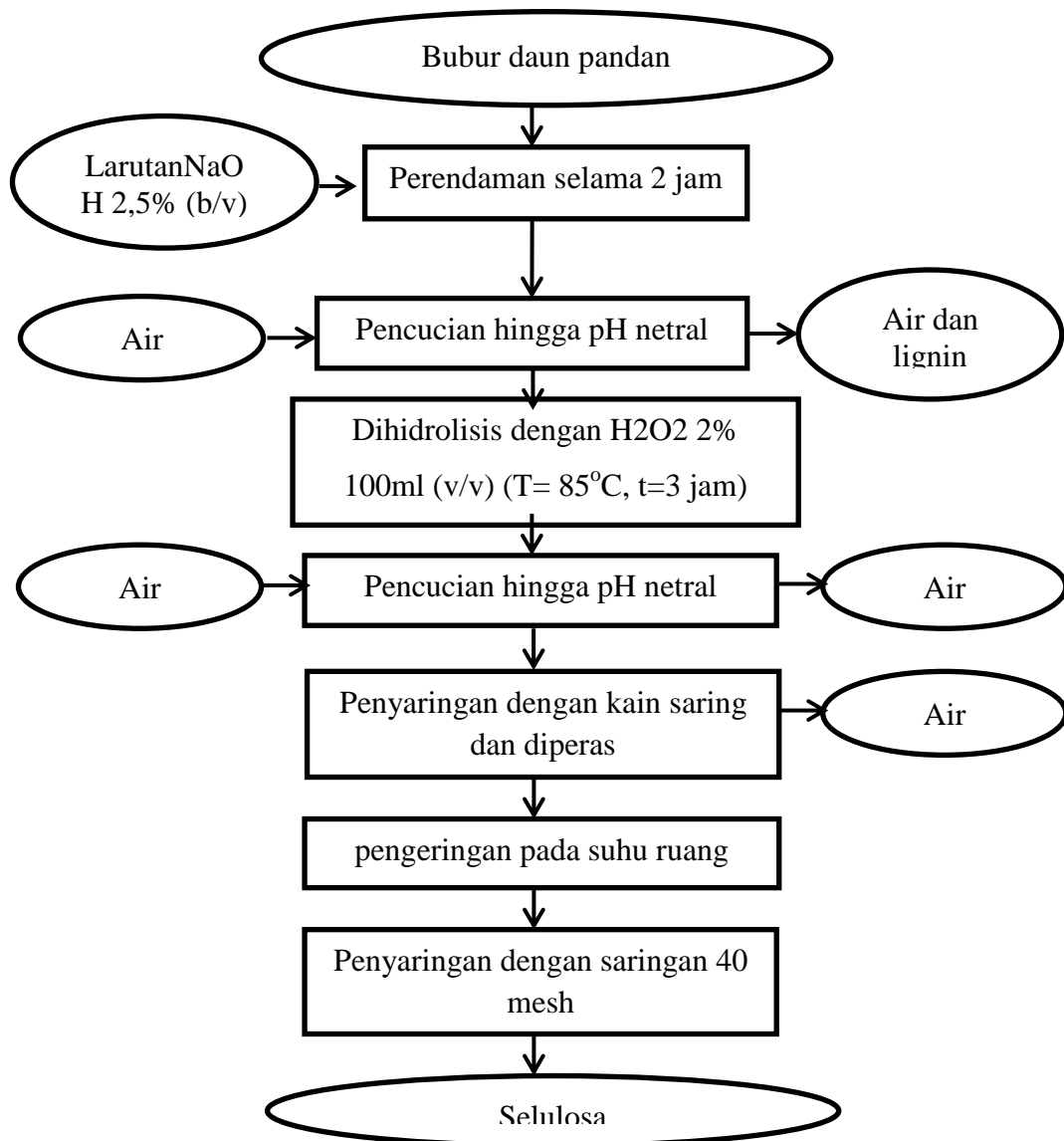


Gambar 5. Diagram alir pembuatan bubur daun pandan

Sumber: Zulferiyenni (2004, dengan modifikasi)

3.4.2 Prosedur Pemurnian Selulosa Daun Pandan

Bubur daun pandan yang telah didapatkan dilanjutkan pada tahap pemisahan selulosa. Bubur daun pandan diberi perlakuan perendaman dengan NaOH 2,5% (b/v) selama 2 jam dengan suhu ruang 25°C. Bubur daun pandan dicuci dengan air hingga didapatkan pH netral. Setelah dicuci dihidrolisis dalam 100 ml larutan hidrogen peroksida 2% (v/v) selama 3 jam pada suhu 85°C dengan *waterbath*. Selulosa daun pandan dicuci dengan air hingga pH netral, kemudian disaring dengan kain saring dan diperas, kemudian dikeringkan pada suhu ruang lalu disaring dengan saringan 40 mesh sehingga diperoleh selulosa yang lebih murni.

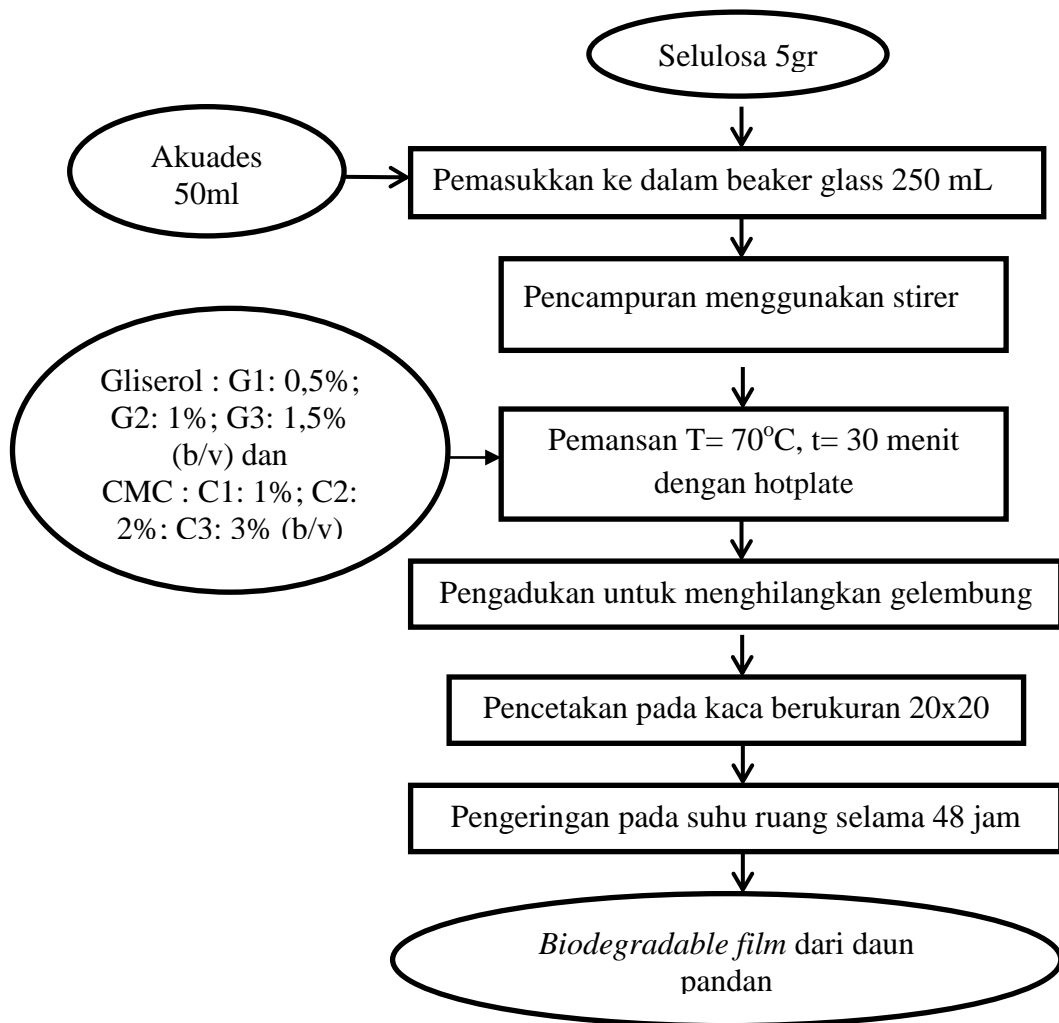


Gambar 6. Diagram alir pemurnian selulosa dari daun pandan

Sumber : Hidayati (2000, dengan modifikasi)

3.4.3 Prosedur Pembuatan *Biodegradable Film*

Selulosa 1 gram dari daun pandan yang didapatkan ditambahkan aquades sebanyak 50 ml, serta gliserol dan CMC sesuai perlakuan. Bahan tersebut dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk lalu dicetak pada kaca dan dikeringkan dengan suhu ruang selama 48 jam dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pembuatan *biodegradable film*

Sumber: Satriyo (2012, dengan modifikasi)

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah, kuat tarik film, ketebalan film, dan biodegradabilitas film

3.5.1 Uji Kuat Tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung (Akbar, 2013). Alat yang digunakan untuk pengujian

adalah *Universal Testing Machine* (UTM) yang dibuat oleh *Orientec Co. Ltd* dengan model UCT- 5T. Lembaran sampel dipotong menggunakan *dumbbell cutter* dengan metode ASTM D638 M-III. Kondisi pengujian dilakukan dengan suhu 27°C, dengan kelembaban 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50 N. Kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$t = \frac{F_{maks}}{A}$$

Keterangan :

t : kekuatan tarik (MPa)

Fmaks : gaya kuat tarik (N)

A : luas permukaan contoh (mm²)

3.5.2 Uji Ketebalan

Alat yang digunakan untuk pengujian adalah *Universal Testing Machine* (UTM) yang dibuat oleh *Orientec Co. Ltd* dengan model UCT- 5T. Lembaran sampel dipotong menggunakan *dumb bell cutter* ASTM D638 M-III. Kondisi pengujian dilakukan pada temperatur ruang uji dengan suhu 27°C, kelembaban ruang uji 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50 N.

Kemudian ujung sampel dijepit mesin penguji ketebalan. Ketebalan sampel diukur pada tiga posisi yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah membran.

Lalu nilai ketebalan akan dirata-ratakan yang kemudian didapatkan ketebalan pada sampel tersebut.

3.5.3 Uji Persen Pemanjangan

Persen pemanjangan diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran sampel film ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada initial grip separation 50 mm, crosshead speed 50 mm/ menit dan loadcell 50 kg. Persen pemanjangan dihitung pada saat film pecah atau robek. Sebelum dilakukan penarikan, panjang film diukur sampai batas pegangan yang disebut panjang awal (l_0), sedangkan panjang film setelah penarikan disebut panjang setelah putus (l_1) dan dihitung persen perpanjangan dengan rumus yaitu :

$$\text{persen pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

Keterangan :

l_0 = panjang awal

l_1 = panjang setelah putus (ASTM, 1983)

3.5.4 Uji Biodegradabilitas

Pengamatan biodegradabilitas diuji dengan metode *soil burial test* yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah (Subowo, 2003). Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui proses degradasi pada *biodegradable film*.

Biodegradable film yang dihasilkan diuji sifat biodegradabilitasnya dengan cara dimasukkan ke dalam gelas plastik dan ditimbun dengan tanah hingga gelas penuh dengan ketebalan tanah 12 cm. Proses penimbunan ini dilakukan dengan pengamatan satu kali seminggu sampai film mengalami proses penguraian sempurna (Yuliana, 2014).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Konsentrasi gliserol berpengaruh nyata terhadap ketebalan, kuat tarik, dan elongasi *biodegradable film*
2. Konsentrasi CMC berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, ketebalan, dan elongasi *biodegradable film*.
3. Terdapat interaksi antar kedua perlakuan konsentrasi gliserol dan CMC terhadap *biodegradable film* yang dihasilkan

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan perbaikan dalam prosedur pembuatan *biodegradable film* yaitu dalam proses penghancuran daun pandan dan penyaringan bubur daun pandan dengan nilai ukuran mesh saringan yang lebih tinggi sehingga *biodegradable film* yang dihasilkan lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Z.Anita., H.Harahap. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara. Vol (2) :11-15.*
- Alvest,V.D.,S.Mali,A., Bele'iodan M.V.E., Grossmann. 2007. Effect Of Glycerol and Amylase Enrichment on Cassava Starch Film Properties. *J. Food Engginering. 78:941-945. doi:10.1016/J.J.Foodeng. 2005. 12. 007.*
- Annisa, R. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Dari Limbah Buah Melon (Cucumis melo L).* (Skripsi). Unversitas Lampung.70 hlm.
- ASTM. 1983. *Annual Book of ASTM Standard.* American Society for Testing and Material. Philadelphia. 247 pp.
- Austin, P. A. 1985. *Shereve's Chemical Process Industries.* Mc Graw-Hill Book. Tokyo. 265 pp.
- Billmeyer, Jr., F. W. 1987. *Textbook of Polimer Science.* Willey interscience publication. John willey and Sons. New york. 578 pp.
- Cheetangdee V, Siree C. 2006. *Free Amino Acid and Reducing Sugar Composition of Pandan (Pandanus amaryllifolius) Leaves.* Departement of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Thailand.
- Dalimartha, S. 2009. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 1.* Trubus Agriwidya. Jakarta
- Darni, Y dan H. Utami. 2010. Studi Pembuatanndan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 7(4): 88-93 hlm.*
- Deviwings, 2008. CMC. <http://www//quencawing.co.id>. Diakses pada tanggal 15 April 2018.
- Direktorat Jendral Perkebunan 1997. *Statistik Perkebunan Indonesia Departemen Pertanian Jakarta.* 39 hal.

- Donhowe, I.G., dan O.R. Fennema. 1993. The effects of plastisizer on crystallinity, permeability and mechanical properties of methylcellulose films. *Journal Food Process and Presentatif*. Vol (17): 247-257.
- Fatma, R., Malaka., dan M. Taufik. 2015. Karakteristik *edible film* berbahan dangke dan agar dengan menggunakan gliserol dengan persentase berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. No.4 Vol.2. 63-69
- Gontard, N., and S. Guilbert. 1992. *Bio Packaging :Tecnology and Properties Of Edible Biodegradable Material of Agricultural Oringin*. Food Packaging a Preservation. The Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland. 265 hlm.
- Harsunu, B. 2008. *Pengaruh konsentrasi plasticizer gliserol dan komposisi kitosan dalam zat pelarut terhadap sifat fisik edible film dari kitosan*. (Skripsi). Departemen Metalurgi dan Material. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. 105 hlm.
- Harumningtyas, A. 2010. *Aplikasi edible plastik pati tapioka dengan penambahan madu untuk pengawetan buah jeruk Citrus sp*. (Skripsi). Universitas Airlangga. Surabaya. 101 hlm.
- 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.
- Hidayati. 2000. Pemutihan Pulp Ampas Tebu sebagai Bahan Dasar Pembuatan CMC. *Jurnal Agrosains*. 13(1):59-78.
- Huri, D dan F.C. Nisa. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 2 No.4p p. 29-40 hlm.
- INAPLAS (*Indonesian Oleafin Aromatic Plastic Industry Asosiasi*). 2018. Data penggunaan jumlah plastik.<http://www.kemenperin.go.id/artikel/16799/Konsumsi-plastik-Naik-5%>. Diakses pada tanggal 02 April 2018.
- Julianti, E. dan M.Nurminah. 2006. *Buku Ajar Teknologi Pengemasan*. *Departemen Teknologi Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 125 hlm.
- Mindarwati, E. 2006. *Kajian pembuatan edible film komposit dari karagenan sebagai pengemas bumbu instan rebus*. (Thesis). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 69 hlm.

- Netty, S. 2010. Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxy Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknik Kimia ITENAS*. Bandung. Vol (1) : 78-84 hlm.
- Ningsih, S. 2010. *Optimasi pembuatan bioplastik polihidroksialkanoat menggunakan bakteri mesofilik dan media limbah cair pabrik kelapa sawit*. (Tesis). Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan. 136 hlm.
- Putri, DD. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Dari Limbah Kulit Pisang (Musa sapientum.)* (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 49 hlm.
- Rodrigues, M.,J.,Ose's, K., Zianidan J.I Mate. 2006. Combined effect of plasticizer and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Research International*. 39:840-846. doi: 10.1016/j.foodres. 2006. 04. 002.
- Satriyo. 2012. *Kajian Penambahan Chitosan, Gliserol, dan Carboxy Terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Bahan Komposit Selulosa Nanas*. (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lampung. 50 hlm.
- Stone, BC. 1999. *Plant Resources of South-East Asia. Pandanus Edible Fruits and Nut Prosea*, Bogor, Indonesia, 13 : 240-243.
- Subowo. 2003. *Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Rumput Laut dan Agar*. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Hasanudin. Makassar. 57 hlm.
- Surdia NM. 2000. Degradasi polimer. *Majalah Polimer Indonesia*. 3 (1): 20-21.
- Ummah, N.A. 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. FMIPA UNNES. Semarang.
- Waluyo, TK. 2006. Peningkatan Teknik Pengolahan Pandan (Bagian I): Pewarnaan Dan Pengeringan. *Journal of Chemical*.
- Whikoto, P. 2007. *Morfologi dan Anatomi Melon*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang. 135 hlm.
- Winarno, F.G . 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 243 hlm.
- Winarno, F.G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 115 hlm.
- Yuliana, E. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Nata De Cassava*. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 53 hlm.

- Zugenmaier, P., 2008. *Crystalline Cellulose and Derivatives*. Spring-Verlag, Jerman. 215 pp.
- Zulferiyenni , T. Hanum dan Suharyono A.S. 2004. Pemurnian Selulosa Nenas Untuk bahan dasar Pembuatan Film Selulosa. *Jurnal Penelitian. Pertanian Terapan*. 4(1): 55-62.
- Zulferiyenni., Marniza., E.N.Sari. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Tapioka Terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian Volume 19, No.3*