

**KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* FUNGSIONAL DODOL MADU
MONGSO DARI PATI MODIFIKASI BIJI ALPUKAT DENGAN METODE
AUTOCLAVING-COOLING DAN *STABILIZER* ALGINAT**

**CHARACTERISTIC OF EDIBLE FILM AS MADU MONGSO DODOL
PACKING FROM MODIFIED STARCH AVOCADO SEEDS WITH
AUTOCLAVING-COOLING AND *STABILIZER* ALGINATE**

NURMALASARI ISMAIL

H012191010



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* FUNGSIONAL DODOL MADU
MONGSO DARI PATI MODIFIKASI BIJI ALPUKAT DENGAN METODE
AUTOCLAVING-COOLING DAN *STABILIZER* ALGINAT**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Magister Kimia

Disusun dan diajukan oleh

NURMALASARI ISMAIL

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* FUNGSIONAL DODOL MADU
MONGSO DARI PATI MODIFIKASI BIJI ALPUKAT DENGAN METODE
AUTOCLAVING-COOLING DAN *STABILIZER ALGINAT***

Disusun dan diajukan oleh

NURMALASARI ISMAIL
NOMOR POKOK: H012191010

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 18 februari 2022
Dan dinyatakan memenuhi syarat

Menyetujui:
Komisi penasehat



Dr. Hasnah Natsir, M.Si



Dr. Seniwati Dali, M.Si

Ketua Program Studi
Magister Kimia



Dr. Hasnah Natsir, M.Si

Dekan Fakultas MIPA
Universitas Hasanuddin



Dr. Eng Amiruddin, M.Si

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurmalasari Ismail
Nim : H012191010
Program Studi : Kimia
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Karakteristik *Edible Film* Fungsional Dodol Madu Mongso dari Pati Modifikasi Biji Alpukat dengan Metode *Autoclaving-Cooling* dan *Stabilizer* Alginat

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

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

Makassar, 1 Maret 2022

Yang menyatakan


malasari Ismail)

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah yang diberikan selama ini kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas tesis ini dengan judul “Karakteristik *Edible Film* Fungsional Dodol Madu Mongso Dari Pati Modifikasi Biji Alpukat dengan Metode *Autoclaving-Cooling* dan *Stabilizer* Alginat”. Tujuan penyusunan tesis yaitu sebagai salah satu syarat mencapai gelar magister di Universitas Hassanuddin, Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam proses awal hingga selesainya penyusunan tesis ini, banyak sekali pihak yang telah terlibat dan berperan untuk mewujudkan selesainya tesis ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada:

1. **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** dan **Dr. Seniwati Dali, M.Si** selaku ketua dan anggota komisi penasehat serta **Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab. M.SC.**, **Dr. Indah Raya** dan **Dr. Siti Fauziah, S.Si, M.Si** selaku tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
2. **Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Program Studi Magister Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin** atas ilmu, arahan, dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
3. **Teman-Teman, mahasiswa (i)**, seperjuangan program pascasarjana kimia 2019 yang turut memberikan dukungan dan

bantuannya, **Brigita Lestari, Andi Akbar, Ardias** dan teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

4. **Terkhusus kepada kedua orang tua Hayati Uku dan Alm. Ismail Peke**, atas doa, kasih sayang, motivasi, semangat, dan nasehat untuk penulis. Kepada suami tercinta **Muh. Yusuf Anshar**, kakak tersayang **Nurhaeni Ismail dan Alm. Nurhasni Ismail**, yang selalu mendoakan, memotivasi, dan menasehati penulis serta anakda tersayang **Muh. Hisham Yusuf** yang telah sabar dan berjuang bersama selama menyelesaikan studi.

Sebagai manusia biasa, penulis sangat menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Hal ini tidak lain disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki penulis. Berbagai saran dan kritik yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan untuk menyempurnanya penulisan tesis ini.

Makassar, Februari 2022

Nurmalasari Ismail

ABSTRAK

NURMALASARI ISMAIL. Karakteristik *Edible Film* Fungsional Dodol Madu Mongso dari Pati Modifikasi Biji Alpukat dengan Metode *Autoclaving-Cooling* dan *Stabilizer* Alginat

Edible film merupakan kemasan *biodegradable* yang dapat dikonsumsi bersama dengan produk dikemasannya dan alginat digunakan sebagai *stabilizer* agar dapat meningkatkan karakteristik mekanik dari *edible film* tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik pati biji alpukat termodifikasi menggunakan metode *autoclaving-cooling* terhadap suhu pendinginan 4°C dan -18°C, menentukan karakteristik dan pengaruh komposisi *stabilizer* alginat dan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *edible film*, serta menguji efektivitas *edible film* sebagai kemasan madu mongso. Tahapan penelitian ini diawali dengan preparasi pati biji alpukat, modifikasi pati metode *autoclaving-cooling* suhu 4°C dan -18°C, pembuatan *edible film* fungsional, pembuatan dan pengemasan madu mongso. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati biji alpukat termodifikasi memiliki nilai karakteristik terbaik pada suhu 4°C dengan kadar: pati resisten 27%, amilosa 29% dan kadar air 6%. *Edible film* terbaik diperoleh pada modifikasi pati biji alpukat dan *stabilizer* alginat 0,5% serta gliserol 2% dengan nilai karakteristik: ketebalan 0,08 mm, biodegradabilitas 7 hari, laju transmisi uap air 3,28 g/24 jam.m², kuat tarik 5,4 Mpa dan elongasi 24,8%. Efektivitas pengemasan madu mongso dengan *edible film* terbaik adalah dengan waktu simpan selama 3 minggu yang lebih baik dibanding dengan plastik *polypropylene* (PP) sebagai kontrol.

Kata Kunci: *edible film*, pati biji alpukat termodifikasi, *stabilizer* alginat, *plasticizer* gliserol

ABSTRACT

NURMALASARI ISMAIL. *Characteristic Of Edible Film As Madu mongso Dodol Packing From Modified Starch Avocado Seeds With Autoclaving-Cooling And Stabilizer Alginate*

Edible film is a biodegradable packaging that can be eaten together with packaged products and the use of *stabilizer* from alginate can improve the mechanical characteristics of the film. This study aims to determine the characteristics of modified starch avocado seed using the autoclaving-cooling method at a cooling temperature of 4 and -18 °C, determine the characteristics of the modified avocado seed starch edible film and the effect of variations in the composition of alginate *stabilizer* and *plasticizer* glycerol on the characteristics of the edible film, and test the effectiveness of madu mongso packaging using edible film. The core stages of this research are the preparation of avocado seed starch, modification of starch by autoclaving-cooling method, manufacture of functional edible films, manufacture and packaging of madu mongso. The modified avocado seed starch produced has the best characteristics at a cooling temperature of 4 °C, namely 27% resistant starch content, 29% amylose content, 6% moisture content. Edible film using modified avocado seed starch with the best concentration of alginate is 0.5%, *plasticizer* glycerol 2% and has the characteristics of a thickness of 0.08 mm, biodegradability of 7 days, water vapor transmission rate of 3.28 g/24 hours.m², tensile strength of 5,4 Mpa, elongation 24.8%. The effectiveness of madu mongso packaging using edible film modified starch and 0.5% alginate, which has a shelf life of 3 weeks or is superior to using PP plastic.

Key words: edible film, modified starch of avocado seed, *stabilizer* alginate, *plasticizer* glycerol

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengajuan Tesis	ii
Halaman Pengesahan	iii
Prakata	iv
Abstrak	vi
Abstrack	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
Singkatan	xv
Bab I Pendahuluan	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
Bab II Tinjauan Pustaka	
A. Pengertian <i>Edible film</i>	7
B. Karakteristik <i>Edible film</i>	9
C. Komponen Penyusun <i>Edible film</i>	13
D. Mekanisme Pembuatan <i>Edible film</i>	18

E. Fungsi <i>Edible film</i>	21
F. Peran Polisakarida (Pati) Sebagai Bahan Baku Pembuatan <i>Edible film</i>	22
G. Madu Mongso	30
H. Kerangka Berpikir	33
I. Hipotesis	37
BAB III Metodologi Penelitian	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	38
B. Alat dan Bahan Penelitian	38
C. Prosedur Penelitian	39
D. Teknik Pengumpulan Data	44
BAB IV	
A. Karakteristik Pati Biji Alpukat dan Pati Modifikasi	53
B. Karakteristik <i>Edible Film</i>	59
C. Karakteristik Aplikasi <i>Edible Film</i>	69
BAB V Kesimpulan dan Saran	
A. Kesimpulan	74
B. Saran	75
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Standar Karakteristik <i>Edible film</i>	9
2. Kandungan Gizi Rumpuk Laut per 100 Gram	17
3. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam setiap jenis pati	23
4. Komposisi kimia dan sifat pati biji alpukat	25
5. Syarat mutu dodol	32
6. Suhu Pendinginan	41
7. Variasi Konsentrasi Alginat dan Gliserol	42
8. Nilai Kuat Tarik dan Elongasi	62
9. Total Angka Kapang	70
10. Organoleptik Madu Mongso Terkemas	72
11. Penentuan Glukosa dalam Bahan Dengan Metode Luff Schoorl	94
12. F Tabel Uji Organoleptik Rasio Ragam Taraf 5 %	95
13. F Tabel Uji Organoleptik Rasio Ragam Taraf 1 %	96
14. Data dan Hasil Pengamatan Kadar Pati	97
15. Data dan Hasil Pengamatan Kadar Air Pati Termodifikasi	99
16. Data Kurva Standar Amilosa Murni	99
17. Data dan Hasil Pengamatan Kadar Amilosa	102
18. Data dan Hasil Pengamatan Kadar Pati Resisten	105
19. Ketebalan <i>Edible Film</i>	105
20. Data dan Hasil Pengamatan LTUA Alginat 0% Gliserol 1%	107
21. Data dan Hasil Pengamatan LTUA Alginat 0,5% Gliserol 1%	107

22. Data dan Hasil Pengamatan LTUA Alginat 1% Gliserol 1%	108
23. Data dan Hasil Pengamatan LTUA Alginat 1,5% Gliserol 1%	108
24. Data dan Hasil Pengamatan LTUA Alginat 2% Gliserol 1%	109
25. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang Alginat 0,5%, gliserol 2%	109
26. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang Alginat 0%, gliserol 2%	110
27. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang PP	110
28. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang Alginat 0%, gliserol 2% + Madu Mongso	111
29. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang Alginat 0,5%, gliserol 2% +Madu Mongso	111
30. Data dan Hasil Pengamatan Total Angka Kapang Plastik PP + Madu Mongso	112
31. Data dan Hasil Penilaian Organoleptik Panelis Terhadap Rasa	113
32. Data Perhitungan Lanjutan Organoleptik Rasa	115
33. Data Perhitungan Sumber Keseragaman dan F hitung Organoleptik Rasa	116
34. Data dan Hasil Penilaian Organoleptik Panelis Terhadap Tekstur	117
35. Data Perhitungan Lanjutan Organoleptik Tekstur	118
36. Data Perhitungan Sumber Keseragaman dan F hitung Organoleptik Tekstur	118
37. Data dan Hasil Penilaian Organoleptik Panelis Terhadap Warna	119
38. Data Perhitungan Lanjutan Organoleptik Warna	120
39. Data Perhitungan Sumber Keseragaman dan F hitung	

Organoleptik Warna	120
40. Data dan Hasil Penilaian Organoleptik Panelis Terhadap Aroma	121
41. Data Perhitungan Lanjutan Organoleptik Aroma	122
42. Data Perhitungan Sumber Keseragaman dan F hitung Organoleptik Aroma	122

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Struktur Molekul Gliserol	16
2.	Struktur molekul amilosa	23
3.	Hasil Kemasan Madu Mongso	31
4.	Skema kerangka pikir penelitian	36
5.	Grafik Kadar Amilosa	55
6.	Grafik Kadar Air	56
7.	Grafik Kadar Pati Resisten	58
8.	Grafik Ketebalan <i>Edible Film</i>	60
9.	Ilustrasi Interaksi Penyisipan Gliserol Diantara Molekul Amilosa-Amilopektin-Alginat.	67
10.	Grafik LTUA <i>Edible Film</i> gliserol 2%	69
11.	Grafik LTUA <i>Edible Film</i>	70
12.	Bidegradabilitas <i>Edible Film</i>	72
13.	Kurva Standar Amilosa Murni	106

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Tahap Penelitian	82
2. Preparasi Pati Biji Alpukat	83
3. Modifikasi Pati Biji Alpukat	84
4. Pembuatan <i>Edible film</i>	85
5. Pembuatan Madu Mongso	86
6. Pengemasan Madu Mongso	87
7. Skema Teknik Pengumpulan Data Penelitian	88
8. Tabel Penentuan Data Analisis	94
9. Data Pengamatan dan Perhitungan	97
10. Dokumentasi Penelitian	123

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

No	Lambang/Singkatan	Arti
1.	PP	<i>Polypropylena</i>
2.	v/b	volume per berat
3.	b/v	berat per volume
4.	Mpa	Mega Pascal
5.	PDA	Potato Dextrosa Agar
6.	Co	Kontrol
7.	SNI	Standar Nasional Indonesia
8.	AOAC	The Association of Official Agricultural Chemist
9.	S1	Supernatan 1
10.	S2	Supernatan 2
11.	UV	Ultraviolet
12.	Nm	Nanometer
13.	Kgf	Kilogram gaya
14.	LTUA	Laju Transmisi Uap Air
15.	EM4	Efektif Mikroorganisme 4

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Kemasan plastik merupakan salah satu kemasan yang banyak digunakan, akan tetapi menjadi masalah terbesar pada penanganan limbahnya. Polimer sintesis pada kemasan plastik menyebabkan proses penguraian yang sangat lama sehingga keberadaannya yang berlebih di alam dapat menyebabkan ekosistem lingkungan terganggu. Berdasarkan data Asosiasi Industri Plastik Indonesia, bahwa sekitar 64 juta ton sampah plastik dihasilkan pertahunnya yang diperkirakan 3,2 ton per tahunnya dibuang ke laut yang dapat membahayakan biota laut dan lingkungannya (Susilowati, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan solusi untuk mengurangi kemasan plastik dengan kemasan yang ramah lingkungan. Kemasan yang ramah lingkungan merupakan kemasan yang dibuat dengan menggunakan bahan yang mudah terurai dalam tanah, bisa didaur ulang dan tidak berbahaya bagi lingkungan serta manusia. Salah satu solusi untuk mengurangi penumpukan limbah plastik adalah dapat dilakukan penelitian pembuatan plastik yang mudah terurai secara alami yaitu plastik biodegradable antara lain *edible film*.

Edible film adalah kemasan primer bioplastik untuk produk makanan yang dapat diurai oleh lingkungan lebih cepat. Bahan utama dalam pembuatan *edible film* adalah polimer alami. Pati merupakan

salahsatu jenis polimer alami yang tersedia melimpah, bersifat mudah terurai (biodegradable), mudah diperoleh, dan murah (Warkoyo, 2014). *Edible film* merupakan salah satu bentuk inovasi pemanfaatan pati sehingga pengembangannya akan lebih efektif sesuai dengan produktifitasnya di Indonesia.

Sumber pati yang berpotensi sebagai bahan *edible film* adalah biji alpukat. Biji alpukat merupakan salah satu bahan alam yang belum banyak dimanfaatkan manusia padahal biji alpukat memiliki kandungan senyawa yang bermanfaat. Pati biji alpukat dapat dimanfaatkan sebagai sumber polisakarida dalam proses pembuatan *edible film*. Pati biji alpukat memiliki kadar pati cukup tinggi yaitu 79,45 % (Afif, 2018) dan mengandung senyawa antioksidan berupa alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid dan saponin, sehingga bisa meningkatkan sifat antioksidan dari *edible film*. Sifat antioksidan film ini akan berperan penting dalam *edible film* untuk penghambat oksidasi dan ketengikan makanan (Susilowati, 2019). Selain itu, kandungan amilosa dalam pati juga mempengaruhi pembentukan *edible film*.

Amilosa adalah salah satu komponen penyusun pati yang berperan penting dalam pembuatan *edible film*. Peran amilosa yaitu membuat *film* menjadi lebih kompak karena amilosa akan mempengaruhi pembentukan matriks *film* (Galindez dkk, 2019). Karakteristik amilosa pada pati dapat ditingkatkan dengan beberapa metode, salah satunya yaitu modifikasi pati. Metode *autoclaving-cooling* merupakan salah satu modifikasi pati

secara fisik dengan teknik pemanasan tinggi-pendinginan sehingga lebih aman karena tidak menggunakan reagen kimia maupun menghasilkan residu kimia (Wiadnyani, dkk., 2017). Penelitian terkait modifikasi *autoclaving-cooling* juga dilakukan oleh Wiadnyani (2017) terhadap pati keladi menggunakan dua siklus, dimana hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa modifikasi *autoclaving-cooling* mampu meningkatkan kadar pati resisten sebesar 3,5 kali dari kandungan pati sebelum dimodifikasi serta berpengaruh pula pada kelarutan pati. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa, metode modifikasi *autoclaving-cooling* juga dapat memberikan fungsi lain bagi *edible film* yaitu fungsi kesehatan dari kandungan pati resisten.

Pati resisten merupakan fraksi pati yang berperan aktif dalam proses pencernaan tubuh. Fungsi dari pati resisten dapat diterapkan pada *edible film* karena kemasan yang dapat dikonsumsi langsung bersama dengan produk yang dikemas (Silvia, 2019), sehingga *edible film* yang dihasilkan dapat berperan sebagai solusi limbah ketika tidak dikonsumsi oleh konsumen dan sebagai fungsi kesehatan bagi pencernaan manusia ketika dikonsumsi. Peningkatan karakter fisik pada *edible film* dapat dilakukan dengan penambahan zat tambahan yang dapat meningkatkan stabilitas *edible film* yaitu bahan *stabilizer*.

Stabilizer atau penstabil berperan sebagai pembentuk tekstur permukaan *film* serta memaksimalkan kuat tarik *film*. Bahan *stabilizer* dapat diperoleh dari produk rumput laut yang kaya akan zat gizi seperti

agar, karaginan dan alginat (Fitri, 2017). Alginat efektif digunakan sebagai *stabilizer* pada beberapa produk pangan, salah satunya produk es krim yang mampu meningkatkan viskositas sehingga berpengaruh nyata pada tekstur es krim (Mulyani, 2017). Menurut penelitian Poetri (2019), konsentrasi penambahan alginat pada *edibel film* kappa-karagenan berpengaruh pada mutu *edible film*, terutama pada kuat tarik dan persen pemanjangan. Penambahan alginat dalam konsentrasi tertentu sebagai *stabilizer* dalam sistem gelatinisasi pati, diharapkan dapat meningkatkan mutu *edible film* pati termodifikasi. Selain penambahan *stabilizer*, pembuatan *edible film* juga membutuhkan *plasticizer* sebagai penentu karakteristik edible film.

Penambahan *plasticizer* atau pemlastis berfungsi sebagai penentu sifat elastisitas *film*. Menurut Ningsih (2015), gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air. Selain itu gliserol juga membantu kelarutan pati sehingga terbentuk ikatan hidrogen antara gugus OH pati dan gugus OH dari gliserol, yang meningkatkan sifat mekanik *edible film* (Winarti dkk, 2012). Analisis terhadap pengaruh konsentrasi kedua jenis bahan pendukung tersebut secara bersamaan dalam pembuatan *edible film* menunjang efektifitas pemanfaatan bahan dan *film*.

Aplikasi *edible film* pada produk pangan dapat menunjang analisis dari manfaat *edible film* sebagai kemasan primer, mudah terurai, dan

kemasan fungsional bagi produk. Madu mongso merupakan jenis produk pangan yang familiar dimasyarakat Indonesia dan masih menggunakan kemasan primer plastik dari polimer sintesis (Sukamto, 2018) sehingga tidak aman bagi produk dan menjadi limbah yang tidak terurai. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian Studi Karakteristik *Edible Film* Fungsional Dodol Madu Mongso dari Pati Biji Alpukat Termodifikasi Secara *Autoclaving-Cooling* dengan *Stabilizer* Alginat.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik pati biji alpukat termodifikasi dengan metode *autoclaving-cooling* terhadap suhu pendinginan?
2. Bagaimana karakteristik *edible film* berbahan dasar pati biji alpukat termodifikasi ?
3. Bagaimana pengaruh komposisi *stabilizer* alginat dan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *edible film*?
4. Bagaimana efektivitas *edible film* pati biji alpukat termodifikasi dengan *stabilizer* alginat sebagai kemasan madu mongso?

C. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Menentukan karakteristik pati biji alpukat termodifikasi dengan metode *autoclaving-cooling* terhadap suhu pendinginan
2. Menentukan karakteristik *edible film* berbahan dasar pati biji alpukat termodifikasi.
3. Menentukan pengaruh komposisi *stabilizer* alginat dan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *edible film*.
4. Menguji efektivitas *edible film* pati biji alpukat termodifikasi dengan *stabilizer* alginat dan *plasticizer gliserol* sebagai kemasan madu mongso.

D. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan solusi terhadap limbah kemasan plastik dengan penggunaan kemasan *edible film*.
2. Meningkatkan pemanfaatan limbah biji alpukat sebagai produk pangan.
3. Meningkatkan mutu kemasan plastik sebagai kemasan fungsional bagi kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. PENGERTIAN *EDIBLE FILM*

Pengemasan merupakan hal yang penting dalam bidang industri. Pengemasan makanan merupakan proses pembungkusan makanan dengan bahan pengemas yang sesuai, dimana bahan yang digunakan pada umumnya menggunakan plastik sintetis yang tidak ramah lingkungan (Susilowati, 2019). Penggunaan material sintetis tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan sehingga dibutuhkan penelitian mengenai bahan pengemas yang dapat terurai. Salah satu alternatif penggunaan kemasan yang dapat terurai yaitu dengan menggunakan *edible film*.

Edible film merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi sebagai bahan pengemas atau pelapis primer produk makanan. *Edible film* berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) terhadap massa (kelembaban, oksigen, cahaya, gas volatil, lipida, zat terlarut), pembawa aditif, vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang dikemas) serta memudahkan penanganan makanan dan berfungsi melindungi makanan dari kerusakan fisik, kimia, dan mikrobiologi (Dangaran dkk, 2004)

Edible packaging (kemasan dapat dimakan) pada bahan pangan dan produk pangan pada dasarnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu *edible*

film dan edible coating. Hal yang membedakan *edible coating* dengan *edible film* adalah cara pengaplikasiannya. *Edible film* merupakan kemasan plastic yang dibentuk pada produk atau bahan, sedangkan pada *edible coating*, kemasan (bentuk cairan) dicelupkan pada produk atau bahan pangan.

Edible film atau *Edible coating* adalah bahan pengemas yang dapat meningkatkan kualitas makanan, keamanan pangan, dan umur simpan produk yang dikemas. Selain itu, *edible film* merupakan kemasan yang berlapis tipis, dapat dimakan, mudah diurai/terdegradasi oleh alam. *Edible film* dapat terdegradasi oleh alam karena merupakan kemasan terbuat dari bahan-bahan polimer alami sehingga pemanfaatan *edible film* sebagai kemasann dapat mengurangi limbah plastik yang berasal dari polimer sintetis dan mengurangi kerusakan lingkungan (Winarti, 2012).

Edible film dapat bergabung dengan bahan tambahan makanan dan substansi lain atau penambahan dan penggunaan komponen-komponen tertentu (aktif) ke dalam formulasi *edible film* untuk meningkatkan penanganan makanan. Beberapa karateristik yang diberikan dari penambahan komponen tersebut yaitu mempertinggi kualitas warna, aroma, dan tekstur produk serta untuk mengontrol pertumbuhan mikroba, meningkatkan seluruh kenampakan, dan antioksidan (Saputra, 2015). Penelitian terkait telah dilakukan oleh Miskiyah (2015) dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa uji coba aplikasi film antimikroba berbasis gelatin kaki ayam mampu menghambat

pertumbuhan bakteri uji yang ditunjukkan dengan tidak adanya pertumbuhan bakteri uji (*S. aureus* dan *E. coli*) pada *edible film* antimikroba, serta meningkatkan kecerahan daging (L= 41,97) dibandingkan dengan warna daging kontrol (L= 28,58). Hal ini menunjukkan suatu kelebihan bahwa dengan aplikasi gelatin sebagai *edible film* mampu memperbaiki karakter warna daging sapi.

B. Karakteristik *Edible film*

Karakteristik yang dimiliki oleh *edible film* umumnya hampir sama dengan karakteristik kemasan lainnya, khususnya kemasan plastik. Karakteristik yang dimiliki oleh *edible film* yaitu ketebalan, kuat tarik, elongasi, laju transmisi uap air, dan biodegradabilitas. Standar dari karakteristik *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Karakteristik *Edible film*

Karakteristik <i>edible film</i>	Japanese Industrial Standard
Ketebalan <i>edible film</i>	Max 0,25 mm
Laju transmisi uap air	Max 7 g/m ² /24 jam
Kuat tarik	Min 0,3 Mpa
Elongasi	Min 10%

Sumber : *Japanese Industrial Standar (JIS)*, 1975

1. Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu karakteristik *edible film* yang sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film*. Satuan yang

umum digunakan untuk ketebalan *edible film* yaitu milimeter (mm). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut pada pembentuk *film* dan ukuran plat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *film* akan meningkat. Semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Dengan demikian ketebalan film merupakan point penting yang dapat mempengaruhi karakteristik lainnya, seperti kuat tarik, elongasi (kelenturan), dan water vapor transmission rate (WVTR) atau laju tranmisi uap air.

2. Kuat tarik

Kuat tarik (*tensile strength*) adalah ukuran untuk kekuatan *film* secara spesifik, yaitu tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* tetap bertahan sebelum putus/sobek. Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *film*. Sifat kekuatan tarik bergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun *edible film* (Krisna, 2011). Secara umum parameter penting karakteristik mekanik yang diukur dan diamati dari sebuah *film* kemasan termasuk *edible film* adalah kuat tarik (*tensile strength*), kuat tusuk (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*) dan elastisitas (*elasticmodulus/ modulus young*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan film yang berkaitan dengan struktur kimianya. Karakteristik

mekanik menunjukkan indikasi integrasi film pada kondisi tekanan (*stress*) yang terjadi selama proses pembentukan *film* tersebut (Tambunan, 2018).

3. *Biodegradable*

Biodegradable diperlukan untuk mempelajari tingkat ketahanan *film* plastik yang dihasilkan terhadap pengaruh mikroba pengurai, kelembaban tanah dan suhu bahkan faktor fisika dan kimia yang lain. Secara kimiawi *edible film* bersifat *biodegradable*, hal itu disebabkan oleh bahan baku yang digunakan adalah bahan baku alamiah yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme lain bahkan sensitif terhadap pengaruh fisik dan kimia lingkungan (Supeni, 2015).

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme, yaitu sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan kemasan. Proses terjadinya biodegradasi *film* kemasan pada lingkungan alam dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Proses berikutnya (*secondary process*) adalah serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktivitas enzim (intracellular, extracellular).

4. Laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang hilang per satuan waktu terhadap luas area film. *Edible film* dengan bahan dasar

polisakarida umumnya memiliki sifat *barrier* yang rendah terhadap uap air. *Film* hidrofilik seringkali memperlihatkan hubungan-hubungan positif antara ketebalan dan permeabilitas uap air. Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* akan meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena bersifat hidrofilik.

5. Elongasi

Elongasi adalah kelenturan suatu *film* dalam membentuk atau dibentuk. Pengukuran elongasi untuk mengetahui elastisitas suatu *film* ketika ditarik sekaligus kemampuan *film* tersebut untuk dibentuk pada suatu produk. Kuat tarik *film* dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis *plasticizer* yang digunakan. *Plasticizer* akan mempengaruhi kekompakan molekul-molekul penyusun bahan, sehingga interaksi intermolekul menurun dan mobilitas polimer meningkat (Urip, 2019). Karakteristik elongasi *edible film* mempengaruhi kuat tarik dari *film* yaitu dengan penurunan karakteristik kuat tarik bersamaan dengan kenaikan karakteristik dari elongasi *film*.

C. KOMPONEN PENYUSUN *EDIBLE FILM*

Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit (campuran). Kelompok hidrokoloid yang banyak digunakan yaitu protein seperti gelatin, kasein,

protein kedele, protein jagung, dan gluten gandum dan karbohidrat seperti pati, pektin, gum arab. Kelompok lipid yaitu lilin/wax dan asam lemak. Kelompok komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipid (Trimelya, 2016).

Bahan tambahan lain yang dapat meningkatkan karakteristik *edible film* yaitu *plasticizer* dan *stabilizer*. *Plasticizer* adalah bahan yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* dengan konsentrasi tertentu untuk mengatasi sifat rapuh, mudah patah, dan rendahnya elastisitas (Watimme, 2016). *Stabilizer* berfungsi dalam pembentukan permukaan film yang lebih kompak dan meningkatkan kuat tarik. Komponen penyusun *edible film* antara lain :

1. Bahan baku *edible film* (hidrokoloid)

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein dan karbohidrat. *Film* yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati dan turunannya, selulosa dan turunannya. Pembentukan *film* berbahan dasar protein antara lain dapat menggunakan gelatin, protein, gluten gandum. *Film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur.

Bahan baku komposit terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit *film* terdapat dalam lapisan satu-satu (bilayer), dimana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain

merupakan lipida atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan *film*. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. *Film* gabungan antara lipida dan hidrokoloid ini dapat digunakan untuk melapisi buah-buahan dan sayur-sayuran.

Adapun kelemahan dari polisakarida dan hidrokoloid seperti pati yaitu memiliki sifat hidrofilik yang relatif tinggi. Pati yang digunakan sebagai bahan baku pembuat *edible film* akan menghasilkan *film* yang rapuh, permeabilitas uap air tinggi, dan kurang fleksibel, sehingga diperlukan usaha untuk memperbaikinya, salah satunya adalah dengan penambahan *plasticizer* agar elastis (Pieta Zahrota Zana, 2019).

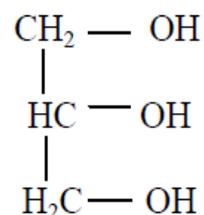
2. *Plasticizer*

Gliserol dan sorbitol merupakan kelompok lipid yang dapat berperan sebagai *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekular. Penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film* akan meningkatkan fleksibilitas permukaan *film* serta permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan zat terlarut. Peningkatan fleksibilitas *film* oleh komponen *plasticizer* terjadi karena pengurangan kekuatan tarik intermolekuler diantara rantai polimer. Beberapa penelitian telah menggunakan jenis *plasticizer* tertentu dengan persentase sekitar 10-75% dari berat kering polimer dalam pembuatan *edible film* (Ratnaningtyas, 2019). Penambahan *plasticizer*

gliserol juga berpengaruh terhadap kehalusan permukaan *film* karena gliserol juga membantu kelarutan pati sehingga terbentuk ikatan hidrogen antara gugus OH pati dan gugus OH dari gliserol, yang meningkatkan sifat mekanik (Winarti, 2012). Struktur gugus OH pada gliserol dapat dilihat pada Gambar 1. Peningkatan fleksibilitas *film* oleh komponen *plasticizer* terjadi karena pengurangan kekuatan tarik intermolekuler diantara rantai polimer.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012, sorbitol dan gliserol termasuk bahan tambahan pangan yang diijinkan untuk digunakan. Batas penggunaan maksimal sorbitol ialah tidak lebih dari 50 gr/hari. Sedangkan batas penggunaan maksimal gliserol kurang dari 100 mL (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Gliserol termasuk jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, menambah sifat polar dan mudah larut dalam air (Huri, 2014). Gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air (Anker, 2000 dalam Ningsih, 2015).



Gambar 1. Struktur Molekul Gliserol (Ningsih, 2015)

3. Stabilizer

Pembuatan *edible film* dapat ditambahkan bahan-bahan lain yang berperan sebagai *stabilizer*. Penggunaan bahan alam sebagai *stabilizer*, khusus bahan alam laut sangat mendukung pemanfaatan bahan alam laut dan potensi Indonesia sebagai negara kepulauan.

Tabel 2. Kandungan Gizi Rumput Laut per 100 Gram

Komponen	Satuan	Nilai Nutrisi
Kadar Air	%	13,90
Kadar Abu	%	3,40
Protein	%	2,60
Lemak	%	0,40
Karbohidrat	%	5,70
Serat kasar	%	0,90
Karaginan	%	67,50
Vit. C	%	12,00
Riboflavin	(mg/100 g)	2,70
Mineral	(mg/100 g)	22,39
Ca	ppm	2,30
Cu	ppm	2,70

Sumber : Listiyana (2014)

Rumput laut merupakan tanaman laut yang memiliki daya guna tinggi yang banyak terdapat di wilayah di Indonesia. Rumput laut sendiri memiliki kandungan enzim, asam nukleat, asam amino, vitamin A, B, C, D, E dan K serta mineral seperti natrium, kalium, fosfor, besi dan yodium (Violisa, 2012). Rumput laut memiliki beberapa produk seperti agar, karaginan dan alginat. Dengan penambahan produk rumput laut dalam konsentrasi tertentu sebagai penstabil dalam sistem gelatinisasi pati, diharapkan dapat meningkatkan tekstur produk yang dihasilkan. kandungan gizi dari rumput laut dapat dilihat pada Tabel 2.

Rumput laut yang cukup potensial dan banyak di perairan Indonesia yaitu *Sargassum sp* yang dapat menghasilkan alginat. *Sargassum* merupakan bagian dari kelompok rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) dan genus terbesar dari famili *Sargassaceae*. Menurut Pakidi dan Suwono (2016), Klasifikasi *Sargassum* adalah sebagai berikut:

Divisi : Thallophyta
Kelas : Phaeophyceae
Ordo : Fucales
Famili : Sargassaceae
Genus : *Sargassum*
Spesies : *Sargassum sp.*

Komposisi kimia dari rumput laut *Sargassum sp* menurut Pakidi dan Suwono (2016) yaitu air (7,54% wb), protein (7,77%), lemak (0,46%), abu (62,90%), dan karbohidrat (21,33%).

D. MEKANISME PEMBUATAN *EDIBLE FILM*

Pembentukan *edible film* dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinisasi molekul pati. Proses pembentukan *film* adalah suatu fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan. Pembentukan *edible film* secara umum terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap pendispersian

Pembentukan larutan *film* dimulai dengan mendispersikan bahan baku *edible film* dengan bahan pelarut, misalnya air, etanol, dan pelarut

lain. Pelarut yang digunakan akan disesuaikan dengan karakteristik dari bahan baku yang digunakan. Bahan baku dari polisakarida umumnya menggunakan pelarut air.

2. Pengaturan suhu (gelatinisasi)

Pengaturan suhu mempunyai tujuan untuk mencapai suhu gelatinisasi pati, sehingga pati dapat tergelatinisasi sempurna dan diperoleh *film* yang homogen serta utuh. Gelatinisasi merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati, yaitu penyerapan molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati. Apabila tanpa adanya pemanasan, kemungkinan terjalin interaksi intermolekuler sangat kecil, sehingga pada saat dikeringkan *film* menjadi retak. Gelatinisasi dapat terjadi apabila air melarutkan pati yang dipanaskan sampai suhu gelatinisasinya (Jacoeb, 2014). Kisaran suhu gelatinisasi pati secara umum yaitu 60-70⁰C.

Rantai-rantai amilosa dan amilopektin dalam butiran pati tersusun dalam bentuk semi kristal, yang menyebabkannya tidak larut dalam air. Struktur kristal pati akan rusak dan rantai polisakarida akan mengambil posisi acak, bila pati dipanaskan dengan air. Kondisi ini yang menyebabkan pati mengalami pengembangan dan pepadatan (gelatinisasi). Proses pemanasan pati disamping menyebabkan pembentukan gel juga akan melunakkan dan memecah sel pati.

3. Penambahan *Plasticizer*

Plasticizer merupakan *film* substansi nonvolatil yang ditambahkan ke dalam suatu bahan untuk memperbaiki sifat fisik dan atau sifat mekanik bahan tersebut. Oleh karena itu, *plasticizer* merupakan komponen yang cukup besar peranannya dalam pembuatan *edible film*. Penggunaan *plasticizer* dapat disesuaikan dengan polimer, dan konsentrasi yang digunakan berkisar 10 – 60 % berat kering bahan dasar tergantung kekakuan polimernya. *Plasticizer* merupakan konstituen dengan berat molekul rendah dapat menyela diantara polimer. *Plasticizer* menurunkan ikatan intermolekul antara rantai polimer yang berdekatan sehingga meningkatkan sifat kelenturan *edible film* (Fatma, 2015).

4. Penambahan *Stabilizer*

Penambahan *stabilizer* ke dalam pembentukan *film* dari pati bertujuan untuk memperbaiki penampakan, kekuatan, kekompakan, laju transmisi zat, dan mempercepat pembentukan matriks *film*. Tanpa penambahan *stabilizer* pembentukan *film* dari pati memerlukan energi yang cukup besar dan waktu yang cukup lama, serta *film* yang dihasilkan kurang cerah, rapuh, dan kurang kompak (Yanti,2020).

Penambahan konsentrasi *stabilizer* akan meningkatkan nilai kuat tarik *edible film*, karena rumput laut mampu membentuk matriks polimer yang kuat dan menjadikan kekuatan tarik intermolekul semakin kuat pada *edible film* (Ashofi, 2021).

5. Pencetakan dan Pengeringan

Proses pengeringan diawali dengan pencetakan film pada media ceta (kaca atau beberapa media cetak lainnya). Pencetakan menggunakan acuan volume larutan *edible film* dan ukuran cetakan. Pengeringan dilakukan untuk menguapkan pelarut, umumnya pada suhu 50°C selama 10-12. Suhu yang digunakan akan mempengaruhi waktu pengeringan dan kenampakan *edible film* yang dihasilkan (lestari, 2014).

E. Fungsi *Edible film*

Edible film juga mempunyai banyak keuntungan jika dibandingkan dengan pengemas sintetik yang tidak dapat dimakan, yaitu :

1. *Edible film* dapat dimakan bersamaan dengan produk yang dikemas, sehingga tidak ada pembuangan pengemas.
2. *Film* yang tidak dapat dikonsumsi dapat didaur ulang, sehingga tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan *film* terbuat dari bahan-bahan yang dapat diolah kembali, sehingga lebih mudah diuraikan dibandingkan bahan sintetik.
3. *Edible film* dapat diterapkan pada sistem pengemasan berlapis-lapis dengan *edible film* sebagai pengemas bagian dalam dan pengemas non *edible film* di bagian luar.
4. *Film* dapat berfungsi sebagai suplemen gizi pada makanan.
5. *Film* dapat berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat organoleptik makanan yang dikemas dengan memberikan variasi komponen

(pewarna, pemanis, dan pemberi aroma) yang menyatu dengan makanan.

6. *Film* dapat digunakan sebagai pengemas satuan (individu) dari bahan makanan yang berukuran kecil, misalnya: kacang, biji-bijian dan strawberry.

F. Peran Polisakarida Pati Sebagai Bahan Baku *Edible film*

Polisakarida merupakan salah satu jenis karbohidrat yang berantai panjang atau terdapat dalam suatu ikatan yang kompleks. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat sesuai karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dapat diperbaharui, dan bersifat non toksik serta mudah terurai (*biodegradable*). Menurut Winarti (2012), sifat-sifat pati juga sesuai untuk bahan *edible coating/film* karena dapat memberikan karakteristik fisik yang baik yaitu membentuk *film* yang cukup kuat.

Pati merupakan biopolimer yang mampu membentuk matriks *film* dengan perlakuan tertentu. Pati tersusun atas amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -1,4 dari unit glukosa, yang membentuk rantai lurus, yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati. Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -1,4 pada rantai lurusnya, serta ikatan β -1,6 pada titik percabangannya. Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang.

Kandungan amilosa yang tinggi akan membuat *film* menjadi lebih kompak karena amilosa bertanggung jawab terhadap pembentukan

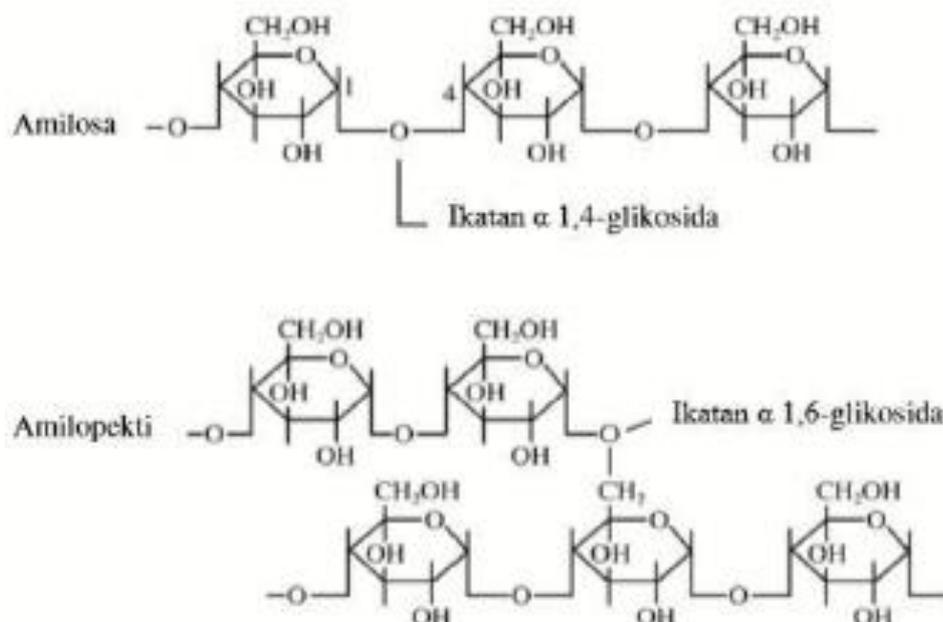
matriks *film* (lestari, 2014). Rasio amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat pati itu sendiri. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam beberapa jenis pati akan dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam setiap sumber pati

Pati	Kandunga amilosa dan amilopektin (% rasio)
Sagu	27/73*
Beras	17/83*
Jagung	27/73*
Kentang	24/76*
Tapioka	17/83*
Gandum	25/75*
Ubi jalar	18/82*
Biji Alpukat	29/50**

Sumber: lestari (2014)* dan Afif (2018)**

Amilosa berperan dalam kelenturan dan kekuatan film pada sediaan *edible film*. Struktur molekul amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur molekul amilosa dan amilopektin (Pieta, 2019)

1. Pati Biji Alpukat

Sebagai negara agraris Indonesia sebenarnya mempunyai banyak potensi sumber pangan yang dapat dimanfaatkan selain beras dan gandum. Hal ini bisa dimulai dengan merancang ketahanan pangan berbasis pangan lokal non-beras dan gandum, terutama dalam hal pembuatan tepung, diperlukan suatu alternatif bahan baku pembuatan tepung yang memanfaatkan bahan pangan lokal. Salah satunya adalah tepung dari biji alpukat (Tambunan, 2018)

Menurut Dasuki (1991), taksonomi dari alpukat adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatohyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Ranales
Keluarga	: Lauraceae
Marga	: <i>Persea</i>
Jenis	: <i>Persea americana Mill</i>

Alpukat merupakan tanaman yang dapat tumbuh subur di daerah tropis seperti Indonesia. Buah alpukat merupakan buah yang digemari banyak orang karena rasanya yang enak dan kaya antioksidan dan zat gizi seperti lemak yaitu 9,8 g/100 g daging buah (Yudiandani dkk, 2016). Sebagian besar masyarakat memanfaatkan alpukat pada buahnya saja

sedangkan bagian bijinya kurang dimanfaatkan dan dianggap sebagai limbah. Padahal di dalam biji alpukat mengandung zat pati yang cukup tinggi, yakni sekitar 79,45 % (Afif, 2018). Hal ini memungkinkan biji alpukat sebagai salah satu sumber pati alternatif.

Pati biji alpukat dapat dimanfaatkan sebagai sumber polisakarida dalam proses pembuatan *edible film*. Pati biji buah alpukat merupakan bahan yang dapat dikombinasikan dalam *edible film* kitosan. Pati biji alpukat mengandung senyawa antioksidan berupa alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid dan saponin, sehingga bisa meningkatkan sifat antioksidan dari *edible film*. Sifat antioksidan film ini akan berperan penting dalam *edible film* untuk penghambat oksidasi dan ketengikan makanan (Susilowati, 2019). Pada penelitian ini, pati dikombinasikan dengan bahan hidrokoloid yang juga merupakan sumber bahan laut yaitu alginat. Komposisi kimia dan sifat-sifat pati biji alpukat dapat dilihat pada Table 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia dan Sifat Pati Biji Alpukat

Komposisi	Jumlah (%)
Kadar Pati	80,1
Kadar Air	10,2
Lemak	tn
Protein	tn
Amilosa	43,3
Amilopektin	37,7
Serat kasar	1,21
Rendemen pati	21,3
Kehalusan Granula	Mg
Warna	Putih Coklat

Sumber: Tambunan (2018).

Pati biji alpukat sebagai bahan utama pembentuk film dipilih karena selain kandungan patinya yang cukup tinggi, biji alpukat juga memiliki kandungan gizi yang cukup banyak. Feliana (2018) telah melakukan penelitian isolasi dan elusidasi senyawa flavanoid dari biji alpukat dengan kesimpulan bahwa biji alpukat positif mengandung senyawa flavonoid golongan flavanon. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan biji alpukat sebagai bahan dasar *film* dapat meningkatkan sifat antioksidan dari *edible film*. Sifat antioksidan film ini akan berperan penting dalam *edible film* untuk penghambat oksidasi dan ketengikan makanan.

2. Pati termodifikasi

Pati termodifikasi merupakan jenis pati yang telah dimodifikasi dengan perlakuan fisik, kimia, atau enzimatik. Proses modifikasi dilakukan untuk menghasilkan atau memperbaiki karakteristik tertentu pada pati tersebut. Pemilihan metode modifikasi akan mempengaruhi jenis karakteristik yang diperoleh dari pati alami nantinya dan dapat menjadi salah satu alternatif untuk efektivitas aplikasi pati. Salah satu cara modifikasi pati secara fisik yang dapat dilakukan yaitu metode pemanasan tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling*). Modifikasi fisik secara umum adalah dengan pemanasan, modifikasi ini relatif aman untuk dikonsumsi karena tidak menggunakan reagen kimia ataupun meninggalkan residu kimia.

Metode *autoclaving-cooling* atau yang disebut dengan teknik pemanasan suhu tinggi-pendinginan dapat mengubah karakteristik

gelatinisasi pati yaitu meningkatkan suhu gelatinisasi, meningkatkan viskositas pasta pati, membatasi pembengkakan, meningkatkan stabilitas pasta pati dan meningkatkan kecenderungan pati untuk mengalami retrogradasi (Sajilata, 2006). Berdasarkan beberapa penelitian, metode ini dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan fungsional berbagai varietas pati ubi kayu (Nazrah, 2014) dan pada pati pisang (Nurhayati dkk., 2014). Menurut Farida (2013), modifikasi fisik dengan *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan serat pangan, kadar pati resisten (*resistant starch*) pati beras (Yuliwardi, 2014). *Resistant starch* atau pati resisten secara fisiologi memiliki efek kesehatan sehingga *resistant starch* dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pangan fungsional.

Penelitian terkait pati modifikasi telah dilakukan oleh Wiadnyani (2017). Pati modifikasi *autoclaving-cooling* yang dilakukan menggunakan modifikasi dua siklus yaitu dua kali tahap pemanasan dan pendinginan. Pati keladi yang dimodifikasi memiliki karakteristik sebagai berikut: modifikasi *autoclaving-cooling* 2 siklus dengan karakteristik swelling power 8,28 g/g, kelarutan 3,77%, Amilosa 29,96%, resistant starch 4,38% dan tidak memiliki puncak viskositas tapi peningkatan viskositas terus terjadi selama pemanasan hingga akhir pendinginan sebesar 3133, 33 Cp.

Berdasarkan data penelitian modifikasi pati *autoclaving-cooling* serta data dari karakteristik dan komponen penyusun *edible film* maka dapat menunjang aplikasi pemanfaatan *edible film* dari pati termodifikasi. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap pati termodifikasi dengan kadar amilosa yang dimaksimalkan dan kandungan pati resisten, salah satunya pada produk *edible film*.

3. Pati Resisten

Pati resisten / *Resisten Starch* (RS) merupakan salah satu jenis pati modifikasi secara fisik atau pati yang mengalami perlakuan tambahan secara fisik (pemanasan dan pendinginan). Karakteristik yang paling spesifik dari pati resisten yaitu pati yang tidak dapat dicerna, karena fraksi pati tidak dapat dicerna pada usus halus dan secara parsial difermentasi pada usus besar untuk menghasilkan *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) (Haralampu, 2000). Pati Resisten memiliki efek fisiologis yang sama dengan serat pangan. Pati Resisten dibagi menjadi lima tipe (Dupuis, 2014) yaitu :

- a. Pati Resisten tipe 1 yang banyak ditemui pada biji-bijian;
- b. Pati Resisten tipe 2 merupakan granula pati alami yang strukturnya membuat pati tersebut lambat dicerna. RS tipe 2 banyak ditemui pada kacang-kacangan, kentang, pisang hijau, dan pada pati jagung dengan amilosa tinggi;
- c. Pati Resisten tipe 3 adalah pati teretrogradasi yaitu pati yang telah mengalami pemanasan dan pendinginan pada waktu tertentu, contohnya pada pati jagung;
- d. Pati Resisten tipe 4 adalah pati yang dimodifikasi secara kimia, dimana pati menjadi sulit dicerna melalui proses seperti : oksidasi, eterifikasi, esterifikasi atau dengan cara penyinaran sinar- γ ; dan
- e. Pati Resisten tipe 5 merupakan pati yang tidak dapat dicerna akibat terbentuknya kompleks antara amilosa dengan lipid.

Menurut kajian Setiarto (2015), dari semua jenis pati resisten, pati resisten tipe 3 yang paling menarik perhatian karena pati resisten tipe ini dapat mempertahankan karakteristik organoleptik ketika ditambahkan pada makanan. Kandungan pati resisten dalam bahan pangan alami umumnya rendah, oleh karena itu perlu ditingkatkan kadarnya melalui teknik modifikasi. Modifikasi yang akan menghasilkan pati resisten tipe 3 yaitu modifikasi pemanasan tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling*). Hal tersebut telah dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiadnyani (2017), yaitu modifikasi pada pati keladi menggunakan metode pemanasan tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling*) yaitu peningkatan kadar pati resisten sebesar 3,5 kali dibanding kadar pati resisten sebelum dimodifikasi. Data kadar pati resisten sebelum dimodifikasi yaitu 1,25 % menjadi 4,38 % setelah modifikasi.

Pati resisten adalah bagian dari serat makanan yang memiliki banyak nutrisi yang berfungsi untuk menurunkan respon glukosa dan insulin, menurunkan kalori dalam makanan, meningkatkan produksi feses, mempromosikan pertumbuhan bakteri usus dan kolon yang bermanfaat produksi asam lemak rantai pendek (SCFA). Asam lemak rantai pendek (SCFA) mampu membuat suasana asam pada usus sehingga menekan pertumbuhan bakteri patogen penyebab radang usus seperti *Escherichia Coli* dan *Clostridium Perfringens*.

Jumlah pati resisten dalam makanan dipengaruhi oleh banyak faktor, misalnya karakteristik granul pati, rasio amilosa terhadap

amilopektin dan struktur amilopektin (Zhao dkk, 2018). Umumnya, pati terdiri dari 25–30% amilosa (pada dasarnya molekul linier) dan 70–75% amilopektin (molekul jauh lebih besar, sangat bercabang). Dalam kentang tipe liar, tidak ada variasi besar dalam rasio amilosa terhadap amilopektin dan komposisi tidak dapat diubah melalui konvensional perkawinan silang, tetapi hanya ketika pemuliaan mutasi atau alat genetik diterapkan (Zhao dkk, 2018).

G. Madu Mongso

Madu mongso merupakan salah satu jenis makanan tradisional yang terbuat dari ketan hitam yang difermentasi, setelah menjadi tape kemudian dimasak dengan santan dan gula dalam wajan atau jedi sampai lekat sehingga menyerupai dodol (Anindya, 2015). Ketan hitam termasuk salah satu komoditi yang sangat potensial sebagai sumber karbohidrat, antioksidan, senyawa bioaktif, dan serat yang penting bagi kesehatan (Nailufar, 2012). Makanan ini memiliki cita rasa yang khas dan gurih berwarna coklat kehitaman dan memiliki tekstur yang lunak setelah dimasak. Ciri khas dari madumongso adalah menggunakan bahan dasar utama dari tape ketan hitam.

Produk madu mongso dapat dibuat dari bahan ketan hitam yang dicampur dengan ketan putih dengan perbandingan 3 : 1 selanjutnya dikukus dan difermentasi menggunakan ragi tape (Sukanto dkk, 2016). Dijelaskan pula bahwa proses produksi produk madu mongso tidak menggunakan bahan kimia sintetik seperti penyedap, pemanis buatan,

pengawet dan bahan tambahan makanan lainnya. Hasil kenampakan madu mongso setelah dikemas menggunakan plastik sintetis dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Hasil Kemasan Madu Mongso (Sukamto, 2018)



Syarat mutu madu mongso sama dengan syarat mutu dodol dimana syarat tersebut sesuai dengan standar yang telah ditetapkan departemen perindustrian yaitu SNI 01-2986: 2013 (Destira, 2016). Syarat mutu dodol dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat Mutu Dodol

No	Uraian Persyaratan	Persyaratan
1	Keadaan (aroma, rasa dan warna)	Normal
2	Air maks	20 %
3	Abu maks	1,5 %
4	Gula dihitung sebagai sakarosa	min. 40 %
5	Protein	min. 3 %
6	Lemak min.	7 %
7	Serat kasar maks.	1,0
8	Pemanis buatan	tidak boleh ada
9	Logam-logam berbahaya (Pb,Cu,Hg)	tidak ternyata
10	Arsen	tidak ternyata
11	Kapang	2×10^2

Sumber: SNI 01-2986: 2013

Madu mongso merupakan produk pangan yang mudah rusak karena memiliki kandungan air dan minyak yang cukup tinggi sehingga beresiko tumbuhnya jamur dan terjadinya ketengikan. Pada umumnya madu mongso yang dibuat tanpa penambahan bahan pengawet makanan pada prosesnya memiliki umur simpan 6 sampai 12 hari, sehingga dibutuhkan kemasan yang dapat memperpanjang umur simpan madu mongso. Selain itu, madu mongso yang dijual di pasaran menggunakan kemasan kertas minyak yang berwarna sebagai kemasan primer dan sekunder, sehingga dibutuhkan kemasan yang aman (Destira, 2016). Ada pula pada pada tingkat usaha kecil menengah menggunakan kemasan kulit jagung sebagai kemasan sekunder dengan plastik bening (Sukamto, 2018).

Berdasarkan penelitian Destira (2016), yang memproduksi *edible film* berbasis pati ganyong pada kemasan madu mongso dengan memvariasikan jenis kemasan *edible film*, variasi suhu penyimpanan dan lama penyimpanan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *edible film* yang digunakan pada madu mongso dapat memperpanjang umur simpan sampai 30 hari. Dengan demikian, sangat tepat dilakukan analisis untuk memperoleh jenis *edible film* dari polimer lain untuk pengemasan pada madu mongso untuk dapat menguji efektifitas *edible film* dari jenis pati lain.

H. KERANGKA PIKIR

Plastik merupakan salah satu limbah atau sampah yang memiliki sifat penguraian sangat lama. Keberadaannya di lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berbahaya bagi makhluk hidup. Oleh sebab itu, diperlukan solusi untuk mengganti penggunaan kemasan plastik sintesis dengan plastik biodegradable yang ramah lingkungan. Salah satu kemasan yang ramah lingkungan yaitu *edible film*.

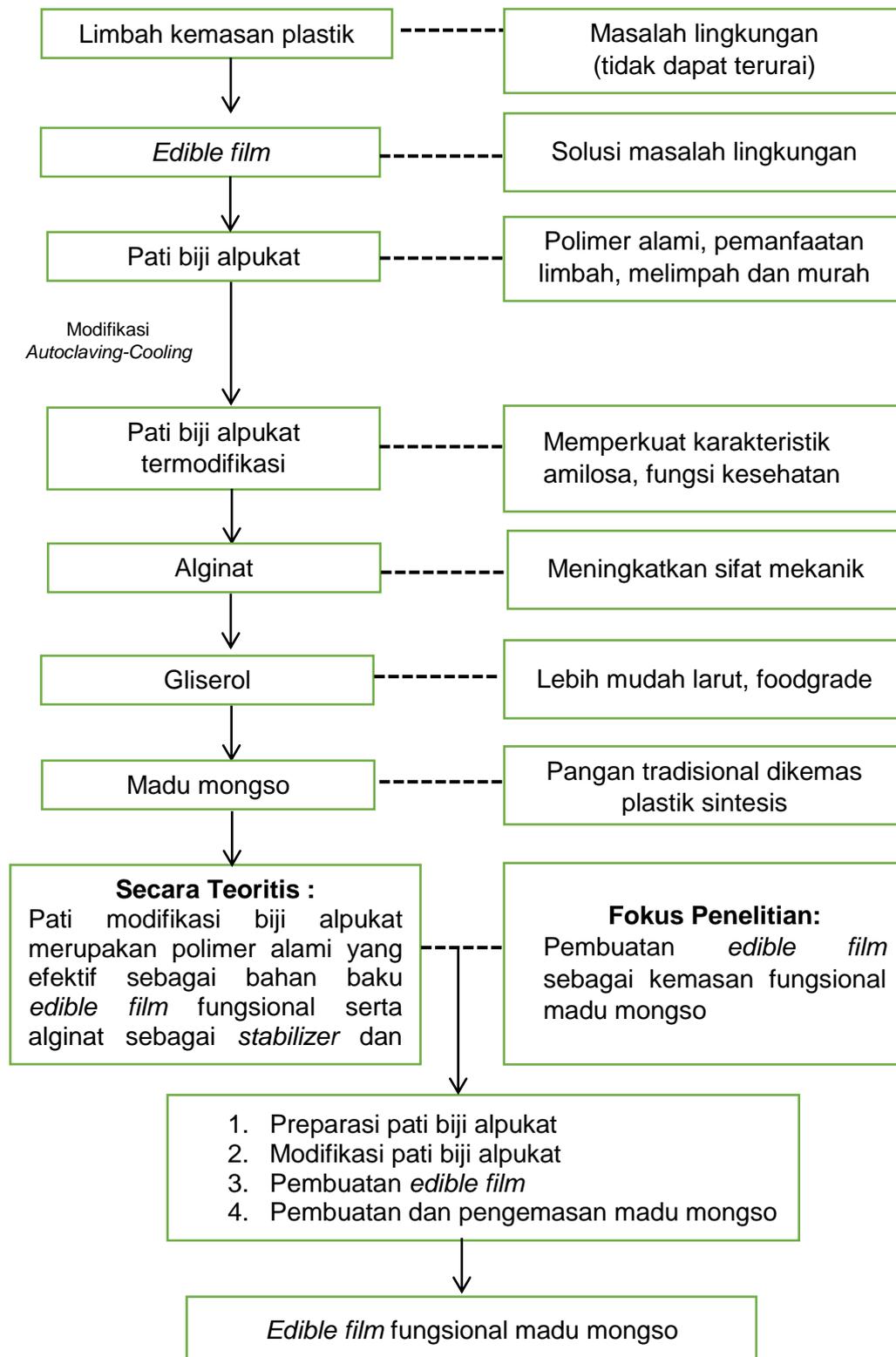
Edible film merupakan adalah lapisan tipis yang dapat dikonsumsi karena terbuat dari polimer alami dan dapat dibentuk di atas komponen makanan. Bahan baku *edible film* berasal dari polimer alam seperti polipeptida (protein), polisakarida (pati) dan lipida. Beberapa keuntungan penggunaan bahan sumber pati yaitu memiliki ketersediaan melimpah di alam, mudah terurai, mudah diperoleh dan murah.

Sumber pati yang berpotensi menjadi bahan dasar *edible film* yaitu biji alpukat. Menurut afif (2018), biji alpukat memiliki kandungan pati cukup tinggi yaitu 79,45% dan kandungan antioksidan senyawa flavonoid golongan flavanon (Feliana, 2018). Selain itu, penggunaan biji alpukat merupakan pemanfaatan limbah yang jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Pemanfaatan pati sebagai bahan *edible film* dipengaruhi pula kadar amilosanya sehingga perlu dilakukan usaha untuk memperkuat karakteristik amilosa dengan proses modifikasi pati secara *autoclaving-cooling*.

Modifikasi *autoclaving-cooling* dilakukan pada suhu tinggi yaitu 121⁰C, selanjutnya didinginkan pada suhu tertentu. Modifikasi ini juga menambah nilai fungsional *edible film* karena mempengaruhi terbentuknya pati resisten yang bermanfaat bagi pencernaan manusia. Selain modifikasi pati, pembuatan *edible film* juga membutuhkan zat lain untuk meningkatkan karakteristik fisiknya yaitu penambahan *plasticizer* dan *stabilizer*.

Plasticizer merupakan bahan tambahan yang berfungsi mengatasi sifat rapuh *film*. Menurut Ningsih (2015), penggunaan gliserol lebih menguntungkan karena membantu kelarutan pati dan bentuknya yang cair sehingga mudah larut dalam air. Sedangkan *stabilizer* yaitu bahan tambahan yang berfungsi membantu pembentukan permukaan film lebih kompak dan memaksimalkan kuat tarik. Penggunaan *stabilizer* dari produk rumput laut seperti alginat yang mampu membentuk gel diharapkan dapat membentuk struktur *edible film* yang lebih kuat sehingga dapat meningkatkan kualitas *edible film*. Pembuatan *edible film* dari bahan terbaik akan menghasilkan *edible film* fungsional.

Analisis fungsional *edible film* dapat diaplikasikan pada produk makanan yang selama ini pengemasannya masih menggunakan bahan sintesis, salah satunya yaitu produk madu mongso.



Gambar 4. Skema Kerangka Pikir Penelitian

I. HIPOTESIS

1. Suhu pendinginan pada modifikasi *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan kadar pati resisten biji alpukat.
2. Karakteristik dari pati modifikasi menghasilkan *edible film* yang memenuhi standar *Japanese Industrial Standart (JIS)*.
3. Komposisi alginat dan gliserol pada konsentrasi tertentu efektif untuk karakteristik *edible film*.
4. Uji efektifitas *edible film* fungsional dari pati biji alpukat termodifikasi efektif untuk mengemas madu mongso.