



**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM*  
DARI PATI KULIT PISANG DENGAN  
PENAMBAHAN LILIN LEBAH (*BEE SWAX*)**

Skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia

oleh

Cindy Dwi Herawan

4311410053

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan

Semarang, Maret 2015



Cindy Dwi Herawan

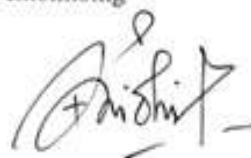
4311410053

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Semarang, Februari 2015

Pembimbing



F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si

NIP 196912171997022001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Sintesis dan Karakteristik *Edible Film* Dari Pati Kulit Pisang dengan  
Penambahan Lilin Lebah (*Beeswax*)

disusun oleh

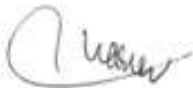
Cindy Dwi Herawan

4311410053

telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas  
Negeri Semarang pada tanggal 26 Maret 2015

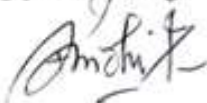


Ketua Penguji



Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 196507231993032001

Penguji/Pembimbing I



F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si  
NIP.196912171997022001

Sekretaris



Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 196507231993032001

Penguji/pembimbing II



Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si  
NIP. 197810282006042001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Motto:**

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya “

(Q.S: Al-Baqarah ayat 286)

“Tak ada kata menyerah untuk menjadi yang terbaik”

### **Persembahan :**

1. Bapak Tugiono dan Ibu Rumiwati tercinta
2. Kakakku Eko Andri Tatak dan adikku Tri Ivan Riyadi tersayang

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Pati Kulit Pisang Dengan Penambahan Lilin Lebah (*Beeswax*)** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program studi Kimia.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan menyelesaikan studi strata 1 Jurusan Kimia FMIPA UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah membantu dalam hal administrasi.
4. Ibu Dra. Woro Sumarni, M.Si sebagai dosen penguji I yang telah banyak memberikan masukan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Ibu Nuni Widiarti, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji II yang telah memberikan ilmu, petunjuk, dan bimbingan dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.

6. Ibu F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si selaku dosen Pembimbing yang selalu dengan sabar menyediakan waktunya untuk bimbingan, memberikan arahan, dukungan dan semangat.
7. Segenap Bapak dan Ibu dosen di Jurusan Kimia yang telah memberikan dukungan, dan ilmunya.
8. Kedua orang tuaku dan saudara-saudaraku yang telah memberikan doa dan dukungan.
9. Bu Martin, Mbak Dian, Mbak Yuan, Pak Wasi, Pak Wiji, Yu ti atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
10. Eva Mardiningsih atas doa, kesabaran, bantuan, keceriaan dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis.
11. Sahabat 3 mas kentir, Reza Ovi Diyanti , Alisha Shinsetsu , dan Nor Farida Azzakia atas masukan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
12. Kawan sependakian, Verdi, Saiful, Yudha, Iwan, Amir, Eva, Murti, Eleny, Lintang, dan Viki atas waktu luang untuk merefresh otak kala penat dalam menyusun skripsi.
13. Teman-teman Kimia 2010, atas kebersamaannya selama ini. *You are ROCK!*
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan. Sehingga penulis mengharap adanya kritik yang tentunya akan membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.

Semarang, Maret 2015

Penulis

## ABSTRAK

Herawan, C. D. 2015. *Sintesis dan Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax)*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing: F. Mahatmanti, S.Si, M.Si.

Kata Kunci: Edible Film, Pati Kulit Pisang, CMC, Lilin Lebah (Beeswax).

*Edible film* merupakan *film* tipis yang melapisi bahan pangan yang layak dikonsumsi, dan dapat terdegradasi oleh alam secara biologis. *Edible film* yang baik yaitu *edible film* yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan daya serap air yang besar sehingga *edible film* mampu melindungi makanan dari mekanis dengan baik dan mudah larut/hancur saat dikonsumsi. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati kulit pisang. Preparasi *edible film* ini menggunakan perbandingan 7 gram pati kulit pisang:100 mL aquades, CMC 1,5% (v/v) dan variasi lilin lebah (*beeswax*) 0%(v/v), 5%(v/v), 10%(v/v), 15%(v/v), dan 20%(v/v). Karakterisasi yang digunakan dalam pengujian *edible film* ini adalah uji kuat tarik, uji daya serap air, dan uji organoleptik. Data hasil uji kuat tarik yang diperoleh dari masing-masing perlakuan lilin lebah (*beeswax*) 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 0,587 N/mm<sup>2</sup>, 0,116 N/mm<sup>2</sup>, 0,100 N/mm<sup>2</sup>, 0,058 N/mm<sup>2</sup>, dan 0,012 N/mm<sup>2</sup>. Hasil uji daya serap air, didapatkan data 84,13%, 71,83%, 65,45%, 56,19%, dan 40,29%. Penambahan lilin lebah (*beeswax*) tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas *edible film*. Penambahan lilin lebah (*beeswax*) mempengaruhi kekuatan tarik dan daya serap *edible film* yang menyebabkan *edible film* rapuh dan tidak mudah larut. Penambahan lilin lebah (*beeswax*) menjadikan kualitas *edible film* menurun. Hasil uji organoleptik dengan nilai rata-rata untuk bau sebesar 7,6, rasa sebesar 7,6, warna sebesar 7,9, tekstur sebesar 7,9, dan hanya kekenyalan yang mendapatkan hasil yang sangat baik yaitu dengan rata-rata sebesar 8,2 sehingga *edible film* layak untuk dikonsumsi. Hal ini mengacu pada indikator kelayakan untuk dikonsumsi yaitu skor 6,1-7,0 = hasil kurang baik, skor 7,1-8,0 = hasil baik, skor 8,1-9,0 = hasil sangat baik.



## ABSTRACT

Herawan, C. D. 2015. *Synthesis and Characteristics of Edible Films From Starch Leather Banana With the addition of Bees Wax*. Thesis, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Semarang. Supervisor: F. Mahatmanti , S.Si , M.Sc.

Keywords: Edible Film, Banana Peels Starch , CMC, Beeswax.

Edible film is a thin film covered in food, it's edible and biodegradable. A good edible film has high tensile strength value and high water absorbency that edible film able to cover food from outer disruption and easily dissolve when being consumed. The main material used in this research is banana peeling starch. The preparation used in making this edible film is 100 mL of aquades per 7 grams of banana peeling extract, then 1.5% of CMC is added, along with beeswax variation (0%(v/v), 5%(v/v), 10%(v/v), 15%(v/v), and 20%(v/v)). The characterizations used in this edible film research are the test of tensile strength, the water absorbency, organoleptic. The result of the tensile strength with beeswax concentration varies : 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% is 0.587 N/mm<sup>2</sup>, 0.116 N/mm<sup>2</sup>, 0.100 N/mm<sup>2</sup>, 0.058 N/mm<sup>2</sup>, dan 0.012 N/mm<sup>2</sup>. The water absorbency test is 84.13%, 71.83%, 65.45%, 56.19%, and 40.29%. . The increase of beeswax didn't have significant effect on edible film quality. They affect on the tensile strength and the water absorbency of the edible film causing the edible film become frail and stiff. The increase of beeswax decreases the quality of the edible film. Organoleptic test drawn the score 7.6 for fragrance, 7.9 for colour, 7.9 for texture, and 8.2 for elasticity. The high score on elasticity made the edible film becomes very good for consumption. This scoring based on the consumable product proper test. The indicator used is 6.1-7.0 for less, 7.1-8.0 for good and 8.1-9.0 for very good.

## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 .....	Latar
Belakang .....	1
1.2 .....	Rum
usan Masalah .....	5
1.3 .....	Tujua
n .....	5
1.4 .....	Manf
aat.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	6

2.1	Plasti	
k		6
2.2	<i>Edible Film</i>	7
2.3	Kulit	
Pisang		9
2.4	Lilin	
Lebah ( <i>Beeswax</i> )		11
2.5	CMC	
( <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> )		12
2.6	Karakterisasi <i>Edible Film</i>	14
2.6.1	Uji	
Kuat Tarik		14
2.6.2	Uji	
Daya Serap		15
2.6.3	Uji	
Organoleptik		15
3. METODE PENELITIAN		17
3.1	Lokasi Penelitian	17
3.2	Sampel	17
3.3	Variabel Penelitian	17
3.3.1	Variabel Bebas	17
3.3.2	Variabel Terikat	18
3.3.3	Variabel Terkendali	18

3.4	Alat	
Dan Bahan		18
3.5	Prose	
dur Kerja		19
3.5.1	Prepa	
rasi Pati Kulit Pisang		19
3.5.2	Prepa	
rasi <i>Edible Film</i>		19
3.5.3	Kara	
kterisasi <i>Edible Film</i>		20
3.5.3.1	Uji	
Kuat Tarik		20
3.5.3.2	Uji	
Ketahanan Air		20
3.5.3.3	Uji	
Organoleptik		21
4. HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Prepa	
rasi Pati Kulit Pisang		23
4.2	Prepa	
rasi <i>Edible Film</i>		23
4.3	Kara	
kterisasi <i>Edible Film</i>		24
4.3.1	Uji	
Kuat Tarik		24
4.3.2	Uji	
Ketahanan Air		26
4.3.3	Uji	
Organoleptik		29
5. PENUTUP		32
5.1 SIMPULAN		32

5.2 SARAN.....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	33
LAMPIRAN.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi zat gizi kulit pisang per 100 gram bahan .....	10
Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tarik <i>Edible Film</i> .....	24
Tabel 4.2 Hasil Uji Daya Serap Air <i>Edible Film</i> .....	27
Tabel 4.3 Hasil Uji Organoleptik <i>Edible Film</i> .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Amilosa dan Amilopektin .....	11
Gambar 2.2 Struktur <i>Beeswax</i> .....	12
Gambar 2.3 Struktur CMC.....	13
Gambar 3.1 Alat Uji Kuat Tarik .....	20
Gambar 4.1 Diagram Daya Kuat Tarik.....	25
Gambar 4.2 Reaksi Yang Terjadi Pada <i>Edible Film</i> .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	38
Lampiran 2. Perhitungan Uji Daya Serap .....	41
Lampiran 3. Data Hasil Uji Kuat Tarik dan Perhitungan.....	46
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	48



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Benua Asia merupakan konsumen plastik terbesar di dunia yang menyerap sekitar 30% konsumsi plastik dan diikuti benua Amerika, Eropa, serta negara-negara lain. Plastik adalah salah satu benda yang sudah menjadi bagian penting dari kehidupan masyarakat pada masa sekarang ini. Plastik banyak digunakan di berbagai sektor kehidupan. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau sebagai bahan dasar. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk digunakan di berbagai sektor industri (Huda & Firdaus, 2007). Pembuatan plastik dengan jumlah total konsumsi plastik dalam satu tahun dibutuhkan 12 juta barel minyak dan 14 juta batang pohon sebagai bahan baku dasarnya (Normiyanti, 2011).

Jenis plastik yang beredar di masyarakat merupakan plastik sintetik dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Plastik jenis ini tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme atau sukar dirombak secara hayati (*nonbiodegradable*) di lingkungan. Mikroorganisme tidak mampu mensintesis enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer berbahan dasar petrokimia. Salah satu penggunaan plastik adalah sebagai pengemas makanan. Pengemasan produk pangan merupakan suatu proses pembungkusan dengan bahan pengemas yang sesuai untuk mempertahankan dan melindungi

makanan hingga ke tangan konsumen. Dengan demikian kualitas dan keamanannya dapat dipertahankan. Salah satu bahan pengemas yang sering digunakan adalah plastik yang selain mengandung bahan kimia yang cukup berbahaya, penggunaannya juga telah banyak menyumbangkan limbah yang sulit diuraikan. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan masalah kesehatan dan lingkungan memicu kenaikan permintaan kemasan *biodegradable* yang mampu menjamin keamanan produk pangan (Kusumawati & Putri, 2013).

Bioplastik merupakan plastik yang dapat diperbaharui karena senyawa-senyawa penyusunnya berasal dari tanaman seperti pati, selulosa, dan lignin serta hewan seperti kasein, protein dan lipid (Widyaningsih *et al.*, 2012). Salah satu penggunaan bioplastik ini adalah *edible film*. *Edible film* merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang sekaligus dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*), dan teknologi pembuatannya sederhana. Contoh penggunaan *edible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering. Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya (Yulianti & Ginting, 2012).

*Edible film* dapat dibuat dari bahan baku hidrokoloid seperti polisakarida, protein dan lemak, baik sebagai komponen tunggal maupun sebagai campuran (Poeloengasih, 2003). *Edible film* dari berbagai bahan baku yang memiliki komposisi pati yang cukup tinggi. Pembuatan *edible film* dari pati tapioka

memiliki karakteristik yang cukup baik walaupun laju transmisi terhadap uap air cukup tinggi (Nugroho *et al.*, 2013). Penggunaan *edible film* memberikan banyak keuntungan fungsional yang salah satu fungsinya yaitu mengurangi limbah kemasan yang berhubungan dengan makanan olahan (Flores *et al.*, 2007). Salah satu fungsi utama dari film yang dapat dimakan setidaknya untuk mengurangi perpindahan kelembaban antara makanan dan suasana sekitarnya, permeabilitas uap air harus serendah mungkin (Zhong & Xia, 2008).

Bahan dasar pembuatan *edible film* adalah pati. Pati merupakan senyawa yang tersusun dari polisakarida (karbohidrat), polipeptida (protein) dan lipida. Ketiga komponen penyusun pati tersebut memiliki sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak sebagai film kemasan. Salah satu keunggulan bahan polimer ini adalah bahannya yang berasal dari sumber terbaru yang dapat dihancurkan secara alami atau *biodegradable* (Rahardiyanto & Agustini, 2013). Menurut Kusumawati & Putri (2013), pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik. Kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena kulit pisang mengandung pati. Komposisi kulit pisang yaitu air 68,90%, karbohidrat 18,50%, lemak 2,11%, protein 0,32% dan komposisi kandungan kimia lainnya. Kulit pisang merupakan limbah sisa produksi makanan ringan (seperti sriping pisang, sale pisang, dan lain-lain) yang biasanya hanya dijadikan sebagai pakan ternak (Widyaningsih *et al.*, 2012).

Alternatif untuk mengurangi higroskopisitas film adalah pemanfaatan *plasticizer* hidrofobik (Wiset *et al.*, 2013). Dari penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2006), pemanfaatan *plasticizer* hidrofobik yang digunakan adalah lilin lebah (*beeswax*). Lilin lebah (*beeswax*) merupakan komponen lipid yang diperoleh dari ampas perasan madu yang dimasak dan kemudian disaring sehingga diperoleh lilin. Keunggulan lilin lebah sebagai bahan baku *edible film* adalah tergolong *food grade*, tersedia sepanjang tahun, harga relatif murah dan mudah diperoleh. Jika yang diinginkan sifat hidrofobiknya maka lipid dapat memberikan kontribusi untuk menahan uap air. Untuk mencampurkan pati dari kulit pisang dengan lilin lebah tersebut digunakan suatu bahan pengemulsi. Menurut Santoso (2006), CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dapat digunakan sebagai *emulsifier*. CMC dapat mengikat air yang berperan dalam pembentukan gel (Santoso *et al.*, 2004). CMC merupakan derivat selulosa yang sifatnya mengikat air dan sering digunakan sebagai pembentuk tekstur halus (Indriyanti *et al.*, 2006). Senyawa organik ini memiliki dua gugus, yang bersifat polar dan non polar. Gugus non polar emulsifier akan mengikat minyak, sedangkan air akan terikat kuat oleh gugus polar pengemulsi tersebut (Panglipur & Sulandari, 2014).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian tentang *edible film* dari pati kulit pisang perlu dilakukan guna memanfaatkan limbah dari kulit pisang sehingga lebih bermanfaat menjadi kemasan makanan, serta mengetahui karakteristik fisiokimiawi dari *edible film* terhadap penambahan lilin lebah (*beeswax*) dari pati kulit pisang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik *edible film* dari pati kulit pisang?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan lilin lebah (*beeswax*) terhadap karakteristik fisikokimiawi *edible film* dari pati kulit pisang?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan pada pertanyaan-pertanyaan rumusan masalah yang akan diteliti, maka tujuan penelitiannya adalah:

1. Mengetahui karakteristik *edible film* dari pati kulit pisang.
2. Mengetahui pengaruh penambahan lilin lebah (*beeswax*) terhadap karakteristik fisikokimiawi *edible film* kulit pisang.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan perkembangan pada penelitian di bidang *edible film*.
2. Meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kulit pisang.
3. Menghasilkan plastik yang dapat digunakan sebagai pembungkus makanan yang ramah lingkungan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Plastik**

Sampah plastik menjadi masalah lingkungan berskala global. Plastik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, karena mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil. Namun plastik yang beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi yang sulit terurai di alam. Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, akan semakin meningkat pula pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengatasi masalah lingkungan ini, salah satunya yaitu mengembangkan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik). Artinya plastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) sangat diharapkan (Kadir, 2012).

Kata plastik digunakan untuk menyebutkan sejumlah besar material organik sintesis yang kebanyakan merupakan polimer termoplas dan termoset yang mempunyai massa molekul besar dan dapat dibuat menjadi benda, film, atau filament. Plastik *biodegradable* dapat terbentuk dari pati, selulosa, PLA, PHA, dan protein (Mooney, 2009). Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit

molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu: plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas, sedangkan plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali (Mujiarto, 2005). Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi (Anonim, 2014).

Plastik sintetik (*non-biodegradable*) sangat berpotensi menjadi material yang mengancam kelangsungan makhluk hidup di bumi ini. Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan plastik *biodegradable*, artinya plastik ini dapat diuraikan kembali mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar *petroleum*, gas alam, atau batu bara. Sementara plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan (Huda & Fidaus, 2007).

## **2.2 Edible Film**

*Edible film* merupakan suatu lapis tipis yang melapisi bahan pangan yang layak dikonsumsi, dan dapat terdegradasi oleh alam secara biologis. Selain bersifat *biodegradable*, *edible film* dapat dipadukan dengan komponen tertentu

yang dapat menambah nilai fungsional dari kemasan itu sendiri seperti *edible film* berantioksidan (Kusumawati & Putri, 2013). Bahan utama pembentuk *edible film* adalah biopolimer seperti protein, karbohidrat, lipid dan campurannya. Sumber protein yang dapat digunakan untuk bahan baku *edible film* adalah jagung, gandum, kacang kedelai, gelatin, kolagen dan sumber protein lainnya. Sumber karbohidrat yang biasa digunakan untuk bahan *edible film* adalah pati, alginat, selulosa, dan derivatnya. Komponen protein dan karbohidrat dapat melekat dan mempunyai permeabilitas gas yang rendah tetapi tidak tahan dengan difusi uap air. Sebaliknya lipid seperti lilin (*waxes*), gliserol murni, dan asam-asam lemak mempunyai daya penghalang yang efektif terhadap uap air (McHugh & Krochta, 1994).

*Edible film* dapat mengontrol kelembaban, oksigen, karbon dioksida, rasa dan aroma perpindahan antara komponen makanan atau suasana di sekitar makanan. *Edible film* dapat digunakan sebagai pembungkus makanan. *Film-film* ini bertindak sebagai sistem kemasan baru dan mengontrol pelepasan senyawa aktif seperti antioksidan, rasa dan agen antimikroba. Penggunaan *edible film* dalam perlindungan dan pelestarian makanan baru-baru ini meningkat karena mereka menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan sintetis, seperti menjadi *biodegradable* dan ramah lingkungan. Untuk film yang dapat dimakan, ada beberapa persyaratan yang harus dipertimbangkan, seperti gas dan penghalang air sifat yang sesuai, kekuatan mekanik yang baik dan adhesi, mikroba yang wajar, stabilitas biokimia dan fisikokimia, pembawa efektif untuk antioksidan, rasa, warna, aditif gizi atau antimikroba, dan aman untuk konsumsi



manusia (bebas dari mikroorganisme patogen dan senyawa berbahaya), sensorial diterima karakteristik, murah bahan baku, dan teknologi sederhana untuk produksi (Du *et al.*, 2011).

### **2.3 Kulit Pisang**

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan. Limbah kulit pisang mengandung zat gizi yang cukup tinggi terutama pada vitamin dan mineralnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dengan cara diolah menjadi tepung. Selain dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan, juga memperbaiki kandungan gizi bila diolah menjadi makanan (Zuhrina, 2011).

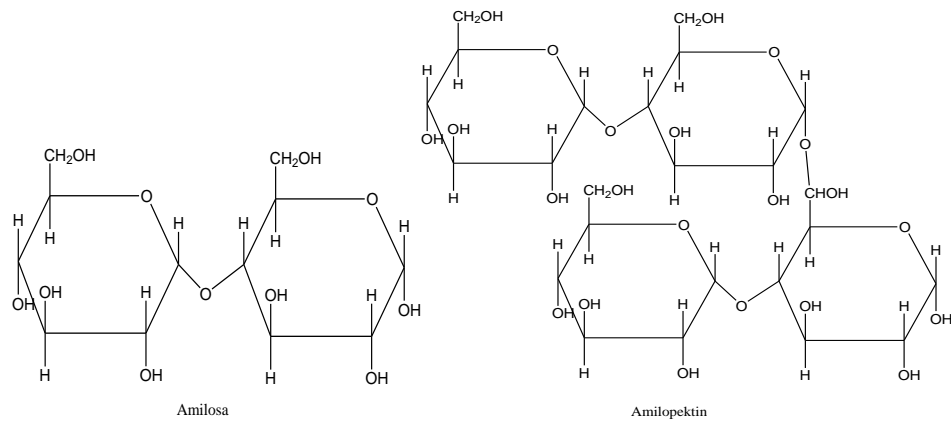
Kandungan unsur gizi dalam kulit pisang cukup lengkap seperti karbohidrat, protein, lemak, kalsium, zat besi, fosfor, beberapa vitamin seperti B dan C, serta air. Semua unsur ini dapat bermanfaat sebagai sumber energi juga antibodi bagi tubuh manusia. Tabel 2.1 adalah komposisi lengkap unsur-unsur kimia dalam 100 g kulit pisang :

Tabel 2.1 Komposisi zat gizi kulit pisang per 100 gram bahan

Zat Gizi	Kadar
Air (g)	68.90
Karbohidrat (g)	18.50
Lemak (g)	2.11
Protein (g)	0.32
Kalsium (mg)	715
Fosfor (mg)	117
Zat Besi (mg)	1.60
Vitamin B (mg)	0.12
Vitamin C (mg)	17.50

*Sumber : Balai penelitian dan pengembangan Industri, Jatim Surabaya (1982 dalam Zuhrina (2011))*

Pati sebagai biopolimer tersusun dari glukosa dan mempunyai dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan komponen dengan rantai lurus, mempunyai rangkaian panjang dari unit  $\alpha$ -D-glukosa yang terikat bersama-sama melalui ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosida. Amilopektin tersusun melalui  $\alpha$ -1,4 glikosida dan ikatan cabang  $\alpha$ -1,6 glikosida sehingga mempunyai struktur rantai bercabang. Butiran-butiran tersebut akan menyerap pelarut, disebut gelatinasi pada suhu 55-80<sup>0</sup>C dan prosesnya tergantung pada jenis pati yang digunakan (Dureja *et al.*, 2011). Kestabilan *edible film* dipengaruhi oleh amilopektin, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan kuat. Karena struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antarmolekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat (Yulianti & Ginting, 2012). Gambar 2.1 merupakan struktur dari amilosa dan amilopektin :



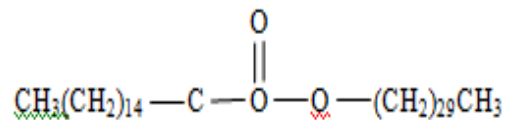
Gambar 2.1 Struktur Amilosa dan Amilopektin (Fessenden & Fessenden, 1986)

Termoplastik dari bahan pati diperoleh dari tepung yang dicampurkan dengan *plasticizer* agar mudah hancur dan meleleh pada suhu dekomposisi. Termoplastik ini merupakan sistem yang kompleks, karena strukturnya tergantung dari kondisi proses yang beragam. Proses *aging* pada plastik jenis ini menyebabkan kerusakan dan pembusukan *starch-based* plastik, menyebabkan keadaan plastik semakin memburuk (Kruiskamp *et al.*, 2001). Berdasarkan penelitian Futeri & Pharmayeni (2014), ternyata kulit pisang juga dapat dijadikan tepung. Hal ini dibuktikan dengan penelitiannya tentang pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai substituen tepung terigu dalam pembuatan mie. Hasil analisisnya terbukti bahwa pati limbah kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan substituen tepung terigu dalam pembuatan mie dengan konsentrasi sebesar 20%.

## 2.4 Lilin Lebah (*Beeswax*)

*Beeswax* adalah lilin alami yang diproduksi dalam sarang lebah madu. Susunan utamanya antara lain ester asam lemak dan berbagai alkohol rantai panjang. Perkiraan formula kimia untuk *beeswax* yaitu  $C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$ , sebagian besar terdiri dari palmitat, palmitoleat, dan ester oleat dari rantai panjang

(30-32 karbon) alkohol alifatik. Namun, monoesters lilin dalam lilin lebah kurang dapat dihidrolisis dalam usus manusia dan mamalia, sehingga tidak ada nilai makanan yang signifikan. *Beeswax* memiliki titik leleh yang relatif rendah dari 62-65°C. Jika lilin lebah dipanaskan di atas 85°C perubahan warna terjadi. Titik nyala lilin lebah adalah 204,4<sup>0</sup>C (Anonim, 2014).



Gambar 2.2 Struktur *Beeswax* (Anonim, 2014)

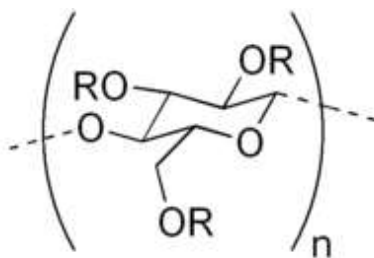
Menurut Santoso (2006), bahwa *beeswax* merupakan komponen lipid yang diperoleh dari ampas perasan madu yang dimasak dan kemudian disaring diperoleh lilin. Dengan keunggulannya yang *food grade*, harga relatif murah, dan mudah diperoleh, lilin lebah dapat digunakan sebagai bahan baku *edible film*.

Menurut Manab (2008), lipid dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat *barrier* kelembaban pada *edible film* komposit *whey-porang* karena bersifat hidrofobik. Lebih jauh lagi dikatakan bahwa lipid terdiri dari lemak, steroid, karotenoid dan vitamin yang larut dalam lemak. Jenis-jenis lemak banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti mentega, margarin, minyak kelapa sawit, *beeswax* dan lain-lain dapat dibentuk sebagai lapisan penghalang pada *edible film*.

## 2.5 CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

Karboksimetil selulosa (CMC) atau gum selulosa merupakan turunan selulosa dengan kelompok karboksimetil (-CH<sub>2</sub>-COOH) terikat pada beberapa kelompok hidroksil. Sifat fungsional dari CMC tergantung pada derajat substitusi

dari struktur selulosa (yaitu, berapa banyak gugus hidroksil telah mengambil bagian dalam reaksi substitusi), serta panjang rantai struktur tulang punggung selulosa dan tingkat pengelompokan substituen karboksimetil.



Gambar 2.3 Struktur CMC (Anonim, 2014)

CMC digunakan dalam ilmu pangan sebagai pengubah viskositas atau pengental, dan untuk menstabilkan emulsi dalam berbagai produk termasuk es krim. CMC aman digunakan sebagai bahan pangan dikarenakan gugus-gugus metil nonpolarinya (-CH<sub>3</sub>) tidak menambahkan kelarutan atau reaktivitas kimia berbasis selulosa (Anonim, 2014). Karboksimetil selulosa atau *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) banyak digunakan pada berbagai industri seperti: detergen, cat, keramik, tekstil, kertas dan makanan. Fungsi CMC disini adalah sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat (Wijayani *et al.*, 2005). *Carboxy methyl cellulose* (CMC) dibuat dari reaksi sederhana yaitu *pulp* kayu ditambah dengan NaOH kemudian direaksikan dengan Na monoklor asetat atau dengan asam monoklor asetat. CMC biasanya digunakan sebagai bahan penstabil pada produk susu seperti yogurt. Hal ini disebabkan kemampuan CMC untuk membentuk larutan kompleks (Sumardikan, 2007). CMC juga memiliki beberapa kelebihan, di antaranya kapasitas mengikat air yang lebih besar dan harganya yang relatif lebih murah (Kusbiantoro *et al.*, 2005).

*Carboxy methyl cellulose* (CMC) dalam produk makanan berperan sebagai pengikat air dan pembentuk gel yang akan menghasilkan tekstur produk pangan yang lebih baik (Belitz and Grosh, 1999). CMC dapat membentuk sistem dispersi koloid dan meningkatkan viskositas sehingga partikel-partikel yang tersuspensi akan tertangkap dalam sistem tersebut dan tidak mengendap oleh pengaruh gaya gravitasi (Potter & Norman, 1986).

## **2.6 Karakterisasi *Edible Film***

Ada beberapa cara pengujian *edible film* yang dapat dilakukan, seperti uji kuat tarik, uji ketahanan air, dan uji organoleptik.

### **2.6.1 Uji Kuat Tarik**

Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Pengukuran *tensile strength* untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang (Purwanti, 2010). Perubahan sifat mekanik ditandai dengan *plasticizer* melemahnya gaya antarmolekul antara rantai makromolekul yang berdekatan (Bourtoom, 2008).

Kekuatan tarik menurun dengan konsentrasi *plasticizer* meningkat. Molekul-molekul *plasticizer* berada di antara rantai protein sehingga mengurangi interaksi antarmolekul luas di antara rantai protein. Jika konsentrasi *plasticizer* meningkat, maka jumlah molekul *plasticizer* yang berada antara rantai protein juga meningkat, sehingga mengurangi interaksi antara protein jaringan rantai polimer yang mengakibatkan penurunan kekuatan tarik (Hewage *et al.*, 2009).

### **2.6.2 Uji Daya Serap**

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui prosentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu prosentase pengembangan film oleh adanya air (Al Ummah, 2013)

### **2.6.3 Uji Organoleptik**

Dalam perancangan produk baru, pengujian dengan inderawi sangat berperan. Bentuk pengujian inderawi inilah yang paling mendasar dan pertama kali dilakukan oleh perancang yang bekerja pada pengembangan produk baru. Sifat organoleptik sangat penting bagi setiap produk karena berkaitan erat dengan penerimaan konsumen. Pengujian organoleptik dengan uji kesukaan ini dilakukan dengan melibatkan indera pembau, perasa, penglihatan, dan peraba pada sampel (Estiningtyas, 2010).

Berdasarkan ketentuan dari BSN (Badan Standarisasi Nasional) dengan nomor SNI 2346: 2011, petunjuk untuk menetapkan persyaratan dalam melakukan pengujian organoleptik/sensori untuk produk perikanan. Pelaksanaan uji organoleptik/sensori menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk menilai mutu produk perikanan. Pelaksanaan uji organoleptik/sensori dilakukan pada saat panelis tidak dalam kondisi lapar atau kenyang, yaitu sekitar pukul 09.00-11.00 dan pukul 14.00-16.00 atau sesuai dengan kebiasaan waktu setempat.

Jumlah minimal panelis standar dalam satu kali pengujian adalah 6 orang, sedangkan untuk panelis non standar adalah 20 orang, dengan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Penilaian contoh yang diuji dilakukan dengan cara memberikan nilai pada lembar penilaian sesuai dengan tingkatan mutu produk. Daftar lembar penilaian organoleptik/ sensori. Hasil uji deskripsi masing-masing panelis pada lembar penilaian dikompilasi dan dianalisis menjadi suatu kesimpulan yang menyatakan spesifikasi kenampakan, bau, rasa, konsistensi/tekstur, dan spesifikasi lain. Terdapat tiga pelaporan hasil uji: deskripsi (dalam bentuk uraian spesifikasi dari produk yang diuji), hedonik (dalam bentuk 1 angka di belakang koma dan dikonversi ke tingkat kesukaan), skor (dalam bentuk 1 angka di belakang koma).



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Pada penelitian ini, untuk preparasi pati kulit pisang, uji ketahanan air dan uji organoleptic dilaksanakan di Laboratorium Anorganik dan Laboratorium Fisik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Negeri Semarang. Untuk pengujian kuat tarik *edible film* akan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Pangan Universitas Katholik Soegijopranoto.

#### **3.2 Sampel**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan memanfaatkan limbah kulit pisang dari penjual gorengan di samping gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah variabel yang dapat dilihat pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah volume dari lilin lebah (*beeswax*) yang digunakan dengan variasi 0% (v/v), 5% (v/v), 10% (v/v), 15% (v/v), dan 20% (v/v).

### 3.3.2 Variabel Terikat 17

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini adalah kuat tarik, ketahanan terhadap air, dan organoleptik.

### 3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali adalah variabel yang dikendalikan agar memberikan pengaruh yang minimal. Variabel yang dikendalikan adalah volume pati kulit pisang, volume CMC 1,5% , temperatur oven 60<sup>0</sup>C, penyaringan, pengadukan pati dengan akudes selama 2,5 jam, pengadukan campuran pati, akuades, CMC, dan lilin lebah (*beeswax*) selama 1 jam temperatur pengeringan pati, temperatur *magnetic stirer* untuk pengadukan pati dengan akudes 60<sup>0</sup>C, temperatur *magnetic stirer* untuk pengadukan campuran pati, akudes, CMC, dan lilin lebah (*beeswax*) 80<sup>0</sup>C dan waktu pengeringan *edible film* 1-2 hari.

## 3.4 Alat dan Bahan

### 3.4.1 Alat-Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik (AND GR-200), alat gelas (*pyrex*), ayakan 100 *mesh* (Tatonas), oven (Memmert), *magnetic stirer* (Ikamag), kaca, inkubator (Memmert), satu set alat refluk (Pyrex), satu set alat uji kuat tarik (FG/SPAG 01/2650 *texture analyser*).

### 3.4.2 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok yang diperoleh dari penjual gorengan disamping gedung FMIPA Universitas

Negeri Semarang. Lilin lebah (*beeswax*) dan CMC diperoleh dari toko bahan kimia Indrasari, dan, aquades diperoleh dari Laboratorium Kimia Fisik Universitas Negeri Semarang.

### **3.5 Prosedur Kerja**

#### **3.5.1 Preparasi Pati Kulit Pisang**

Pembuatan pati kulit pisang dilakukan dengan mencuci kulit pisang terlebih dahulu, kemudian memotong-motong kulit pisang lebih kecil. Kulit pisang diblender dengan ditambah sedikit aquades sehingga menjadi lebih lembut. Setelah menjadi lebih lembut, kulit pisang disaring dan diperas menggunakan kain penyaring hingga ampas tidak mengeluarkan air perasan lagi. Filtrat yang dihasilkan kemudian diendapkan selama 24-48 jam hingga pati mengendap sempurna. Cairan supernatan dibuang dan endapan dicuci berulang-ulang dengan aquades hingga diperoleh pati yang lebih jernih. Pati dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam dengan suhu 50<sup>0</sup>C. Pati yang sudah jadi disimpan dalam desikator (Widyaningsih *et al.*, 2012).

#### **3.5.2 Preparasi *Edible Film***

Pembuatan *Edible Film* dilakukan dengan memanaskan campuran pati dengan aquades dengan perbandingan 7 gram: 100 mL dalam gelas beker. Pati dilarutkan menggunakan aquades dengan cara dipanaskan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu 60<sup>0</sup>C selama 2 jam. Setelah dipanaskan, larutan pati ditambah dengan CMC 1,5% dari volume aquades. CMC 1,5% didapatkan dengan melarutkan CMC 1,5 gram dengan aquades 100 mL

sambil di aduk hingga CMC larut. Campuran tersebut di panaskan sambil di aduk hingga homogen menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam dengan suhu 80<sup>0</sup>C. Setelah homogen, larutan dimasukkan dalam cetakan kaca dengan ukuran 20x20x5 cm<sup>3</sup> kemudian dioven dengan suhu 60<sup>0</sup>C selama 24 jam. Setelah 24 jam, hasil diambil dari oven kemudian didiamkan dalam desikator selama 1-2 hari sampai *edible film* bisa diangkat (tidak lengket pada cetakan kaca). Kemudian *edible film* diangkat dari cetakan dan disimpan dalam desikator. Selanjutnya, pengamatan yang dilakukan meliputi kuat tarik, daya serap dan organoleptik.

### 3.5.3 Karakterisasi *Edible Film*

#### 3.5.3.1 Uji Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik Film plastik dipotong dengan ukuran 20x2 cm<sup>2</sup> sesuai dengan standar FG/SPAG/ 01/2650 *texture analyse* Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alat Uji Kuat Tarik

Kedua ujung dari spesimen ini dijepit pada alat uji mekanis, kemudian ditarik hingga putus, diamati kekuatan tarik (Susilawati *et al.*, 2011).

#### 3.5.3.2 Uji Daya Serap

Uji daya serap pada sampel *edible film* adalah sebagai berikut: berat awal sampel yang akan diuji ditimbang ( $W_0$ ). Mengisi suatu wadah (beaker glass) dengan aquades. Sampel plastik diletakkan dengan ukuran  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  ke dalam wadah tersebut. Setelah 1 menit diangkat dari dalam wadah berisi aquades dan dikeringkan (dilap permukaannya). Kemudian ditimbang berat sampel ( $W$ ) yang telah direndam dalam wadah. Sampel direndam kembali ke dalam wadah tersebut, sampel diangkat tiap satu menit, kemudian ditimbang berat sampel. Hal yang sama dilakukan hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan (Darni *et al.*, 2010).

Ketahanan *Edible Film* terhadap air dapat di hitung dengan rumus :

$$\text{Air yang diserap \%} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :  $W_0$  = berat sampel kering

$W$  = berat sampel basah

### 3.5.3.3 Uji Organoleptik

Berdasarkan ketentuan dari BSN (Badan Standarisasi Nasional) dengan nomor SNI 2346: 2011, petunjuk untuk menetapkan persyaratan dalam melakukan pengujian organoleptik/sensori untuk produk perikanan. Pelak jumlah minimal panelis standar dalam satu kali pengujian adalah 6 orang, sedangkan untuk panelis non standar adalah 20 orang, dengan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Penilaian contoh yang diuji dilakukan dengan cara memberikan nilai pada lembar penilaian sesuai dengan tingkatan mutu produk. Daftar lembar penilaian organoleptik/ sensori. Hasil uji deskripsi masing-masing panelis pada lembar penilaian dikompilasi dan dianalisis menjadi suatu kesimpulan yang menyatakan

spesifikasi kenampakan, bau, rasa, konsistensi/tekstur, dan spesifikasi lain. Terdapat tiga pelaporan hasil uji: deskripsi (dalam bentuk uraian spesifikasi dari produk yang diuji), hedonik (dalam bentuk 1 angka di belakang koma dan dikonversi ke tingkat kesukaan), skor (dalam bentuk 1 angka di belakang koma).

Sampel data yang diambil 20 mahasiswa secara acak dengan penilaian yang berbeda. Uji organoleptik ini dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan *edible film* hasilnya baik dan layak untuk dikonsumsi.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Dalam penelitian didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. *Edible film* dari pati kulit pisang dengan penambahan lilin lebah sebanyak 20% memiliki karakteristik warna yang gelap/hitam, nilai kuat tarik yang semakin kecil dengan nilai sebesar  $0,012 \text{ N/mm}^2$  dan daya serap air yang semakin rendah yaitu sebesar 46,63%.
2. Konsentrasi lilin lebah berpengaruh terhadap nilai kuat tarik *edible film* dan daya serap air pada *edible film* yaitu semakin banyak konsentrasi yang ditambahkan, *edible film* semakin rapuh dan daya serap terhadap air semakin kecil.

#### **5.2 Saran**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa saran , antara lain:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan seperti uji ketebalan, uji kadar air, dan uji elongasi, serta uji massa simpan.
2. Perlu dilakukan sintesis *edible film* yang berbeda meliputi variasi massa pati dan konsentrasi CMC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. & D. Clark. 2009. Landfill Biodegradation An in-Depth Look at Biodegradation in Landfill Environment. *Bio-tec Environmental, Alburquerque & ENSO Bottles, LLC, Phoenix*: 9-11.
- Akili, M.S., U. Ahmad, & N.E. Suyatma. 2012. Karakterisasi Edible Film dan Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknian Pertanian*, 26(1):39-46.
- Al Ummah, N. 2013. Uji Ketahanan *Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Anggraini, F. 2013. Aplikasi Plasticizer Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(3):173-178.
- Anonim. 2014. *CarboxyMethyl Cellulose*. Online. Tersedia di [http://en.wikipedia.org/wiki/Carboxymethyl\\_cellulose](http://en.wikipedia.org/wiki/Carboxymethyl_cellulose) [diakses pada 13 maret 2014].
- Anonim. 2014. *Lilin Lebah*. Online. Tersedia di [http://id.wikipedia.org/wiki/Lilin\\_lebah](http://id.wikipedia.org/wiki/Lilin_lebah) [diakses pada 11 maret 2014].
- Anonim. 2011. *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan Sensori Pada Produk Perikanan*. Online. Tersedia di [http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni\\_main/sni/detail\\_sni/10904](http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/10904) [diakses pada 8 januari 2015].
- Anonim. 2014. *Plastik*. Online. Tersedia di <http://id.wikipedia.org/wiki/Plastik> [diakses pada 11 maret 2014].
- Belitz, H.D & Grosh, W. 1999. *Springer Verlag: Food Chemistry. Second Edition*. Germany: Berlin Heidelberg.
- Bozdemir, O. A., & T. Mehmet. 2003. Plasticizer Effect on Water Vapour Permeability Properties of Locust Bean Gum-Based Edible Films. *Turk J Chem*, 27:773-782.
- Bourtoom, T. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 30(1):149-155.
- Darni, Y., & H. Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(4):88-93.



- Darni, Y., H. Utami, & S. N. Asriah. 2009. Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Edible Film Pati Tapioka Dengan Penambahan Selulosa Residu Rumpun Laut *Euchema Epinossu*. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Lampung: Universitas Lampung.
- Du, W.X., R. J. A. Bustillos, S. S. T. Hua, & T. H. McHugh. 2011. Antimicrobial Volatile Essential Oils in Edible Films For Food Safety. *Science againsts microbial pathogens*, 1124-1134.
- Dureja, S., S. Khatak, & M. Kalra. 2011. Amylose Rich Starch as an Aqueous Based Pharmaceutical Coating Material. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 3(1):8-12.
- Estiningtyas, H. R. 2010. *Aplikasi Edible Film Maizena Dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami Pada Coating Sosis Sapi*. Skripsi, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Fessenden, R.J., & Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik* (edisi 3). Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Flieger, M., M. Kantorova, A. Prelli, T. Rezanka, & J. Votruba . 2003. Biodegradable Plastics from Renewable Sources. *Folia Microbial*, 48(1):27-44.
- Flores, S., L. Fama, A. M. Rojas, S. Goyanes, & L. Gerschenson. 2007. Physical Properties of Tapioca-Starch Edible Film: Influence of Filmmaking and Pottasium Sorbate. *Food Research International*, 40:257-265.
- Futeri, R., & Pharmayeni. 2014. Substituting Wheat Flour with Banana Skin Flour from Mixture Various Skin Types of Banana on Making Donuts, *International Journal on Advanved Science Engineering Information Technology*, 40(2):40-44.
- Gontard. N., Guilbert., S., & J. L. Cuq. 1993. Water and Glyserol as plastisizer AffectmMechanical and Water Barrier Properties at an Edible Wheat Gluten Film. *J. Food Science*. 58 (1): 206-211.
- Gouda, M.K., Azza E.S., & H.O. Sanaa. 2012. Biodegradation of Synthetic Polyesters (BTA and PCL) with Natural Flora in Soil Burial and Pure Cultures under Ambient Temperature. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*. 4(3): 325-333.
- Hanum, F., I. M. D. Kaban., & M. A. Tarigan. 2012. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Pisang Raja (*Musa sapientu*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2):21-26.
- Hawa, L.T ., I. Thohari, & L. E. Radiati. 2012. Pengaruh Pemanfaatan Jenis dan Konsentrasi Lipid terhadap Sifat Fisik Edible Film Komposit Whey-Porang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 23(1):35-43 .

- Hewage, S.& Vithanarachchi, S. M. 2009 Preparation and characterization of biodegradable polymer films from cowpea (*Vigna unguiculata*) protein isolate. *J. Nam. Sci. Foundation Sri Lanka*, 37(1):53-59.
- Huda, T., & F. Firdaus. 2007. Karakteristik Fisiokimiawi Film Edible Film Dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *Logika*, 4(2):3-10.
- Indriyanti, L. Indrarti, & E. Rahimi. 2006. Pengaruh Carboxy Methyl Cellulose (CMC) dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 8(1):40-44.
- Kadir. 2012. Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2):223-228.
- Khoesoema, E., E. Kamil, & H. Harahap. Pengaruh Pencucuan Alami Terhadap Produk Lateks Karet Alam Berpengisi Tepung Kulit Pisang Yang Diputihkan Dengan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Teknik Kimia*, 1(2):16-20.
- Kruiskamp, P. H., A. L. M. Smits, J. J. G. van Soest, & J. F. G. Ilegenthart. 2001. The Influence of Plasticiser on olecular Organisation in Dry Amylopectin Measured By Differential Scanning Calorimetry and Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 26 : 90-93.
- Kusbiantoro, B., H. Herawati, & A. B. Aliza. 2005. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Terhadap Mutu Produk Velva Labu Jepang. *J. Hort*, 15(3):223-230.
- Kusumawati, D., H., & W. D. R. Putri. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung Yang Diinkorporasi Dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1):90-100.
- Mahalik, N. P. 2009. Processing and Packaging Automation System: A Review. *Jurnal Sains & Instrumental*, 3:12-25.
- Manab, A. 2008. Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Edible Film Protein Whey. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 3(2): 8-16.
- Martelli, S.M., E.G. Fernandes, & E. Chiellini. 2009. Thermal Analysis of Soil-Buried Oxo-Biodegradable Polyethylene based Blend. *Journal Thermal Analysis Calorim*, 97:853-858.
- McHugh, T. H., & J. M. Krochta. 1994. Water Vapor Permeability Properties of Edible Whey Protein-Lipid Emulsion Films. *JAOCs*, 71(3):307-312.
- Mooney, B. P. 2009. The Second Green Revolution? Production of Plant-Based Biodegradable Plastics. *Biochem Journal*, 418:219-232 .

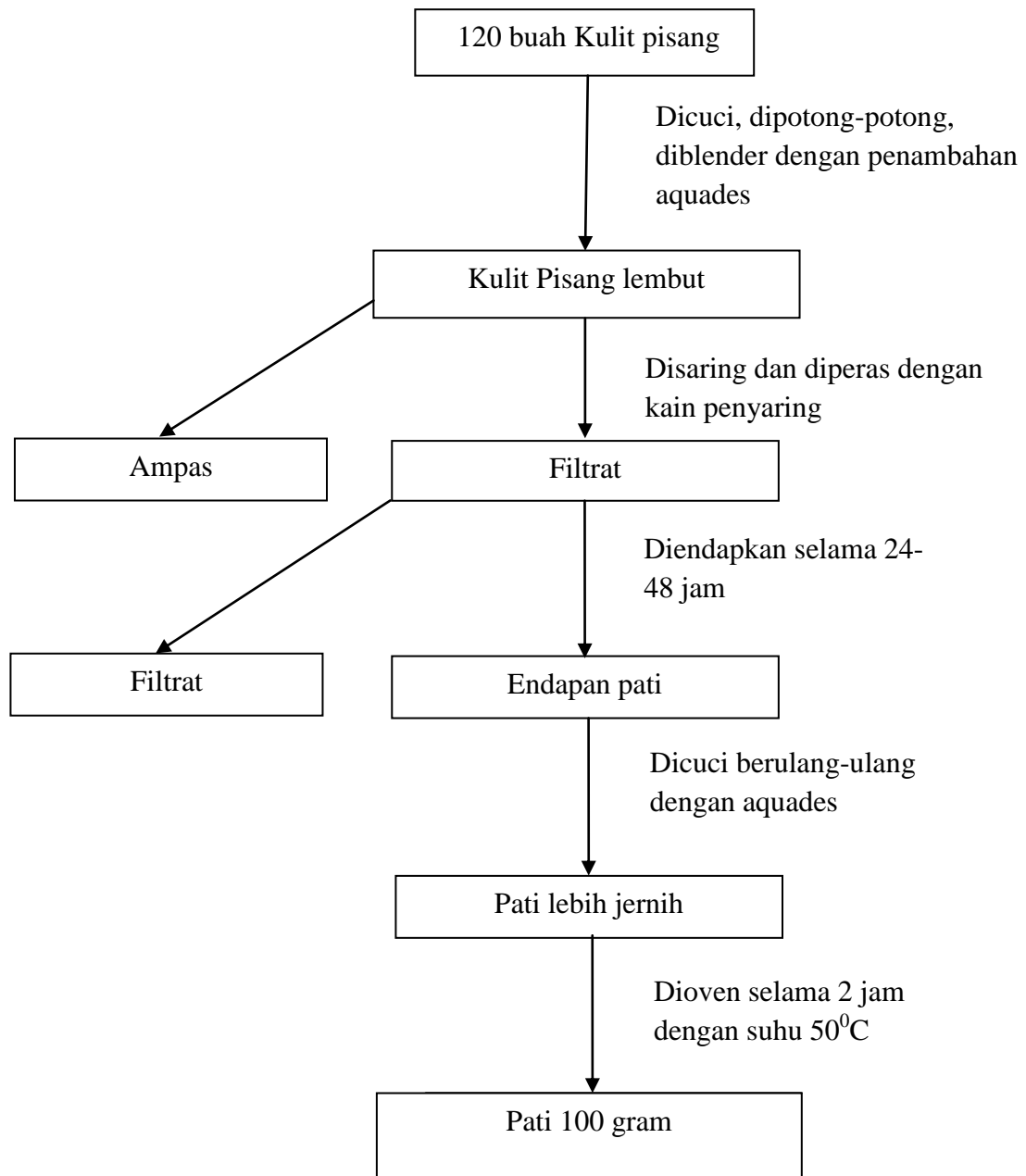
- Ningsih, E.S., S. Mulyadi, & Y. Yetri. 2012. Modifikasi Polipropilena sebagai Polimer Komposit Biodegradabel dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol sebagai Platisizer. *Jurnal Fisika Unand*, 1(1):53-59.
- Normiyanti, A. 2011. *Pemanfaatan Limbah Padat Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)*. Skripsi. Jawa Timur: Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Nugroho, A. A., Basito, & R. B. Katri A. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal TeknoSains Pangan*, 2(1):73-79.
- Nurdiana, A. 2002. *Karakteristik Fisik Edible Film Dari Khitosan Dengan Sorbitol Sebagai Plasticizer*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Panglipur, P. E., & L. Sulandari. 2014. Pengaruh Penambahan Salad Oil dan CMC (Carboxy Methyl Cellulose) Terhadap Sifat Organoleptik Kernet Daging Sapi. *E-Journal Boga*, 3(1):160-165.
- Potter W. & Norman, N. 1986. *Food Science*. The AVI Publishing Co : Inc. Westport. Connecticut.
- Prasetyaningrum, A., N. Rokhati, D.N. Kinasih & F. D. N. Wardhani. 2010. Karakterisasi Bioactive Edible Film dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan Biodegradable. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, 02: 1411-4216.
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3(2):99-106.
- Rahardiyanto, T. S., & R. Agustini. 2013. Pengaruh Gliserol Terhadap Titik Leleh Edible Film dari Pati Ubi Kayu. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1):109-113.
- Sanjaya, I. G., & T. Puspita. 2010. *Pengaruh Penambahan Khitosan dan plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Singkong*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknik Surabaya.
- Santoso, B. 2006. Karakterisasi Komposit Edible Film Buah Kolang-Kaling (Arenge Pinnata) dan Lilin Lebah (Beeswax). *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*, 17(2):125-135.
- Santoso, B., D. Saputra, & R. Pambayun. 2004. Kajian Teknologi Coating Dari Pati dan Aplikasinya untuk Pengemas Primer Lempok Durian. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15(3):239-244.

- Santoso, B., F. Pratama, B. Hamzah, & R. Pambayun. 2011. Pengembangan Edible Film Dengan Menggunakan Pati Ganyong Termodifikasi Ikatan Silang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2):105-109.
- Subana, M. Rahadi, & Sudrajat. 2000. *Statistik Pendidikan*. Bandung : Penerbit Pustaka Setia.
- Sumardikan, H. 2007. Penggunaan Carboxy Methyl Cellulose (CMC) Terhadap pH, Keasaman, Viskositas, Sineresis, dan Mutu Organoleptik Yogurt Set. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya Malang.
- Suryaningrum D. T. H., J. Basmal, & Nurochmanwati. 2005. Studi Pembuatan Edibel Film Dari Karaginan. *J. penelitian, Perikanan.Indonesia*.2(4); 1-13.
- Susilawati, S., I. Mustafa, & D. Maulina. 2011. Biodegradable from a Mixture of Low Density Polyethylene (LDPE) and Cassavea Starch With The Addition of Acrylic Acid. *Jurnal Natural*,11(2).
- Widyaningsih, S., D. Kartika, & Y. T. Nurhayati. 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradable Film dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, 7(1):69-81.
- Widyastuti, E. S., A. Manab & R. A. Puspitasari. 2008. Pengaruh Penambahan Mentega dan Perlakuan pH Terhadap Karakteristik Kimia Edible Film Gluten. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 3:24-34.
- Wijayani, A., K. Ummah, & S. Tjahjani. 2005. Karakterisasi Karaboksimetil Selulosa (CMC) Dari Enceng Gondok (Eichornia Crassipes Mart) Solms).*Indo. J. Chem.*, 5(3):228-231.
- Wiset, L., N. Poomsa-ad, & P. Jomlapeeratikul. 2013. Effect of Drying Temperatures and Glycerol Concentration on Properties of Edible Film From Konjac Flour. *Journal of Medical Bioengineering*, 3(3):171-174.
- Yulianti, R., & E. Ginting. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film Dari Umbi-Umbian Yang Dibuat Dengan Penambahan Plasticizer. *Penelitian pertanian tanaman pangan*, 31(2):131-136.
- Zhong, Q. P., & W. S. Xia. 2008. Physicochemical Properties of Edible and Preservative Films From Chitosan/Cassava Starch/Gelatin Blend Plasticized With Glycerol. *Food Technol. Biotechnol.*, 46(3):262-269.
- Zuhrina. 2011. *Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca) Terhadap Daya Terima Kue Donat*. Skripsi. Universitas Sumatra Utara.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

#### 1. Preparasi Pati Kulit Pisang



2. Preparasi *edible film*

Pati

Ditambah aquades dengan perbandingan 7 gram : 100 mL (pati:aquades), Dipanaskan dan sambil terus diaduk selama 2 jam dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  menggunakan *magnetic stirrer*.

Larutan pati

Ditambah CMC sebanyak 1,5%, dimasukkan lilin lebah sesuai variasi dan kemudian pemanasan dilanjutkan pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam

Campuran pati-CMC-Lilin lebah

Larutan yang sudah tercampur, kemudian disaring dan dituangkan dalam kaca berukuran  $20 \times 20 \times 5 \text{ cm}^3$ . Larutan di oven selama 24 jam dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$ .

*Edible film* kondisi panas

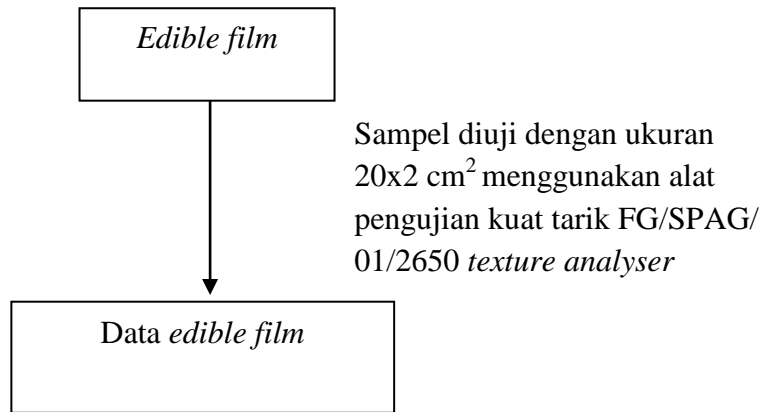
Didiamkan dalam desikator selama 1-2 hari sampai dingin. Kemudian *edible film* diangkat dari cetakan dan disimpan dalam desikator.

*Edible film*

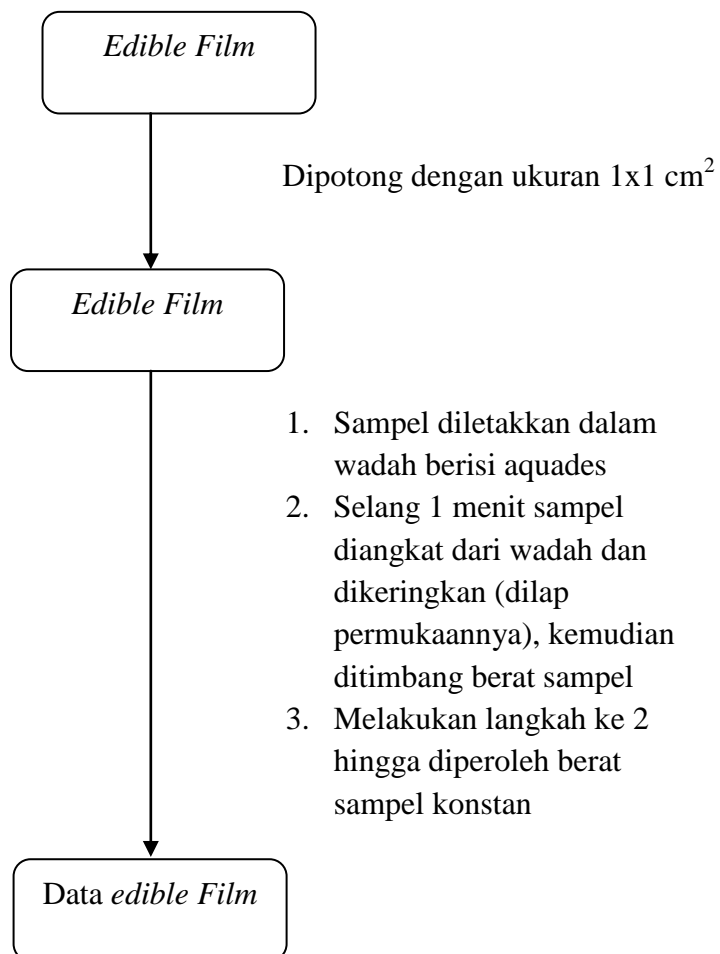
Diuji dengan uji kuat tarik, ketahanan air, dan organoleptik

Perlakuan yang dilakukan dengan variasi lilin lebah yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.

## 3. Uji kuat tarik



## 4. Uji daya Serap Air



### Lampiran 2. Perhitungan Uji Daya Serap

Variasi lilin lebah	Air yang diserap %	Air yang diserap %	Air yang diserap %	Air yang diserap %	Air yang diserap %	Rata-rata %
0%	84,13	64,79	96,38	80,42	78,64	80,87
5%	71,83	73,30	85,96	70,33	76,22	75,44
10%	65,45	70,17	80,46	66,15	71,26	70,70
15%	56,19	58,85	66,39	57,25	54,04	58,54
20%	40,29	46,57	47,60	54,85	43,86	46,63

#### 1. Perhitungan lilin lebah 0%

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2284-0,1386}{0,1386} \times 100\% \\ &= 64,79\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2388-0,1216}{0,1216} \times 100\% \\ &= 96,38\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2378-0,1318}{0,1318} \times 100\% \\ &= 80,42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2292-0,1283}{0,1283} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} =78,64\% \text{ Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2274-0,1235}{0,1235} \times 100\% \\ &= 84,13\% \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{(84,13+64,79+96,38+80,42+78,64)\%}{5} \\ &= 80,87\% \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan lilin lebah 5%

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2392-0,1363}{0,1363} \times 100\% \\ &= 73,30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2371-0,1275}{0,1275} \times 100\% \\ &= 85,96\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2492-0,1463}{0,1463} \times 100\% \\ &= 70,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2372-0,1346}{0,1346} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} = 76,22\% \text{ Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2483-0,1445}{0,1445} \times 100\% \\ &= 71,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{(71,83+73,30+85,96+70,33+76,22)\%}{5} \\ &= 75,44\% \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan lilin lebah 10%

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2284-0,1398}{0,1398} \times 100\% \\ &= 70,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2447-0,1356}{0,1356} \times 100\% \\ &= 80,46\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2371-0,1427}{0,1427} \times 100\% \\ &= 66,15\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2276-0,1329}{0,1329} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} = 71,26\% \text{ Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2447-0,1479}{0,1479} \times 100\% \\ &= 65,45\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{(65,45+70,17+80,46+66,15+71,26)\%}{5} \\ &= 70,70\% \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan lilin lebah 5%

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2751-0,1732}{0,1732} \times 100\% \\ &= 58,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2456-0,1476}{0,1476} \times 100\% \\ &= 66,39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2483-0,1579}{0,1579} \times 100\% \\ &= 57,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2574-0,1671}{0,1671} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} =54,04\% \text{ Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2849-0,1824}{0,1824} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 56,19\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{(56,19+58,83+66,39+57,25+54,04)\%}{5} \\ &= 58,54\% \end{aligned}$$

#### 5. Perhitungan lilin lebah 5%

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2889-0,1971}{0,1971} \times 100\% \\ &= 46,57\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2768-0,1876}{0,1876} \times 100\% \\ &= 47,60\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2682-0,1732}{0,1732} \times 100\% \\ &= 54,85\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diserap \%} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,2847-0,1979}{0,1979} \times 100\% \\ &= 43,86\% \end{aligned}$$

$$\text{Air yang diserap \%} = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$= \frac{0,2876 - 0,2050}{0,2050} \times 100\%$$

$$= 40,29\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata (\%)} &= \frac{(40,29 + 46,57 + 47,60 + 54,85 + 43,86)\%}{5} \\ &= 46,63\% \end{aligned}$$

### Lampiran 3. Data Hasil Uji Kuat Tarik dan Perhitungan

Fakultas Teknologi Pertanian Program Studi Teknologi Pangan		Unika SOEGIJAPRANATA		
Jl Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur Semarang 50234 Telp. (024) 8441555 (hunting) Fax. (024) 8415429 - 8445265 e-mail: unika@unikq.ac.id http://www.unika.ac.id				
Lampiran Hasil Pengujian				
Sample	Load at Yield N	Extension at Yield Mm	Stress at Break Mpa	Tensile Strength N/mm <sup>2</sup>
0%			0,587	0,587
5%	1,740	12,714	0,070	0,116
10%	3,476	11,456	0,049	0,100
15%			0,020	0,058
20%				0,012
Sample	Percentage Strain at Maximum	Work to Maximum J	Load at Break N	Extension at Break mm
0%	17,046	0,209	17,603	17,046
5%	12,714	0,032	2,114	17,988
10%	24,845	0,036		
15%	11,456	0,013	1,470	13,956
20%	0,389	0,000	0,609	0,911
Sample	Percentage Strain at Break	Work to Break Maximum	Tensile Energy to Break MJ/m <sup>3</sup>	Breaking Factor N/m
0%	17,046	0,209	0,070	11173,501
5%	17,988	0,048	0,016	231,731
10%				
15%	13,956	0,017	0,006	115,971
20%	0,911	0,000	0,000	23,571

$$P = \frac{F}{A}$$

**Keterangan :**

- $A = (\text{luas permukaan}) = 20\text{cm} \times 2 \text{ cm} = 40 \text{ cm}^2$
- $F = \text{gaya(N)}$
- $P = \text{tekanan} \quad (\text{N/mm}^2)$

## 1. Lilin lebah (0%)

- Gaya = tekanan X luas permukaan  
=  $0,587 \text{ N/mm}^2 \times 40 \text{ cm}^2$   
=  $0,587 \text{ N/mm}^2 \times 4000 \text{ mm}^2$   
= 2348 N

## 2. Lilin lebah (5%)

- Gaya = tekanan X luas permukaan  
=  $0,116 \text{ N/mm}^2 \times 40 \text{ cm}^2$   
=  $0,116 \text{ N/mm}^2 \times 4000 \text{ mm}^2$   
= 464 N

## 3. Lilin lebah (10%)

- Gaya = tekanan X luas permukaan  
=  $0,100 \text{ N/mm}^2 \times 40 \text{ cm}^2$   
=  $0,100 \text{ N/mm}^2 \times 4000 \text{ mm}^2$   
= 400 N

## 4. Lilin lebah (15%)

- Gaya = tekanan X luas permukaan  
=  $0,058 \text{ N/mm}^2 \times 40 \text{ cm}^2$   
=  $0,058 \text{ N/mm}^2 \times 4000 \text{ mm}^2$   
= 232 N

## 5. Lilin lebah (20%)

- Gaya = tekanan X luas permukaan  
=  $0,012 \text{ N/mm}^2 \times 40 \text{ cm}^2$   
=  $0,012 \text{ N/mm}^2 \times 4000$   
= 48 N

#### Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Larutan CMC



Pati Kulit Pisang



Lilin Lebah



Larutan Pati-CMC-Lilin Lebah



*Edible Film*



Pembungkus Makanan