

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT *EDIBLE FILM*  
BERBAHAN DASAR GELATIN CEKER AYAM DAN  
MONTMORILLONIT**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Kuni Hidayati**

**10630026**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2014**



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kuni Hidayati

NIM : 10630026

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film*  
Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan  
Montmorillonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 27 Juni 2014

Pembimbing

Irwan Nugraha, M.Sc

NIP. 198203292011011005



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kuni Hidayati

NIM : 10630026

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film* Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan Montmorillonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Yogyakarta, 27 Juni 2014

Konsultan

Endarwati Sedyadi, M.Sc



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kuni Hidayati  
NIM : 10630026  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film*  
Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan  
Montmorillonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

*Wassalamu 'alaikum wr.wb.*

Yogyakarta, 27 Juni 2014

Konsultan

Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech  
NIP.19760830 200312 2 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Kuni Hidayati  
NIM : 10630026  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film*  
Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan  
Montmorillonit**

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau telah ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi perguruan lain, kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 5 Juni 2014

Yang menyatakan  
  
Kuni Hidayati  
10630026





Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1893/2014

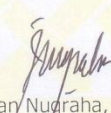
Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT *EDIBLE FILM*  
BERBAHAN DASAR GELATIN CEKER AYAM DAN  
MONTMORILONIT

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Kuni Hidayati  
NIM : 10630026  
Telah dimunaqasyahkan pada : 18 Juni 2014  
Nilai Munaqasyah : A -

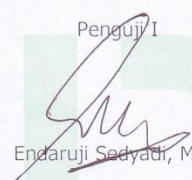
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

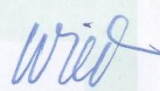
Ketua Sidang

  
Irwan Nugraha, M.Sc  
NIP.19820329 201101 1 005

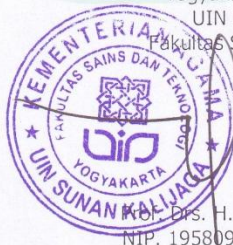
Penguji I

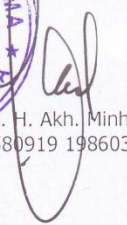
  
Enderuji Sedyadi, M.Sc

Penguji II

  
Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech  
NIP. 19760830 200312 2 001

Yogyakarta, 26 Juni 2014  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



  
Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D  
NIP. 19580919 198603 1 002

## MOTTO

*Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu padahal ia amat baru bagimu, Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.*

*(Q.S. Al Baqarah : 216).*

*Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya*

*(Q.S. Al Baqarah : 286).*

*Dream, believe, and make it happen*

*(Agnes Monica).*



## PERSEMBAHAN



Karya ini khusus dipersembahkan kepada

Bapak, Ibu, Adik, dan Kakak saya beserta

Keluarga Darmo Hasyim di Cilacap

Karya ini juga saya dedikasikan kepada

Program studi Kimia

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta





## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Rabbul‘alamin yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film* Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan Montmorillonit” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah terselesaikan. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Akh. Minhaji, MA., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah sabar dan ikhlas meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech. selaku Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan motivasi pengarahan selama studi.
4. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
5. Kedua orang tua (bapak Sardiyono dan ibu Siti Rochmah) yang telah membantu dari segi materiil, doa dan dukungan sehingga penyusun selalu semangat menjalani penyusunan skripsi ini.

6. Kakak (Kukuh Santoso) dan adik (Aditya Bagus Sadewo) yang selalu memberi semangat.
7. Teman-teman di laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga atas saran, motivasi, hiburan dan bantuannya.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan sarannya sangat penyusun harapkan. Penyusun berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia khususnya.

Yogyakarta, 6 Juni 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	ii
NOTA DINAS KONSULTAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI DAN TUGAS AKHIR .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Landasan Teori.....	9
1. <i>Edible Film</i> .....	9
2. Gelatin .....	14
3. Standar Gelatin Menurut GMIA**dan SNI 01-3735-1995.....	19
4. Montmorillonit .....	20
5. Karakterisasi <i>Edible Film</i> .....	26
a. Karakterisasi FT-IR .....	26
b. Karakterisasi XRD .....	28
c. Karakterisasi TGA-DTA .....	31
d. Karakterisasi Sifat Mekanik.....	33
e. Karakterisasi WVTR .....	35
BAB III METODE PENELITIAN .....	36
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
B. Alat yang Digunakan .....	36
C. Bahan yang Digunakan .....	37
D. Prosedur Penelitian .....	37
1. Pemurnian Bentonit Alam dengan Metode Shiponing .....	37
2. Preparasi Sampel Kaki Ayam .....	38

	Halaman
3. Ekstraksi Gelatin .....	38
4. Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	39
E. Teknik Analisis Data .....	40
1. Variabel Pengujian Gelatin .....	40
a. Rendemen .....	40
b. Kadar Air .....	41
c. Kadar Protein .....	41
d. Penentuan Viskositas Gelatin .....	42
2. Variabel Pengujian <i>Edible Film</i> .....	42
a. Ketebalan <i>Film</i> .....	42
b. Kuat Tarik, Persen Pemanjangan, dan <i>Young Modulus</i> .....	43
c. TGA-DTA .....	43
d. FT-IR .....	44
e. XRD .....	44
f. WVTR .....	44
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>45</b>
A. Isolasi Gelatin dari Ceker Ayam .....	45
1. Tahap Preparasi Bahan Baku .....	45
2. Konversi Kolagen menjadi Gelatin .....	46
B. Variabel Pengujian Gelatin .....	48
1. Rendemen .....	48
2. Kadar Air .....	49
3. Kadar Protein .....	50
4. Viskositas .....	50
5. Analisis FT-IR Gelatin .....	51
C. Pemurnian Bentonit dengan Metode Siphoning .....	55
1. Karakterisasi Montmorillonit dengan Spektroskopi IR .....	55
2. Karakterisasi Montmorillonit dengan XRD .....	58
D. Pembuatan Larutan <i>Edible Film</i> .....	60
1. Pengujian Ketebalan <i>Edible Film</i> .....	61
2. Pengujian Kuat Tarik/ <i>Tensile Stenght</i> .....	62
3. Pengujian <i>Elongation to Break</i> .....	63
4. WVTR/Laju Transmisi Uap Air .....	63
5. <i>Young's Modulus</i> .....	65
E. Karakterisasi Komposit <i>Edible Film</i> .....	66
1. Analisis FT-IR .....	66
2. Analisis XRD <i>Edible Film</i> .....	67
3. Analisis TGA-DTA <i>Edible Film</i> .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>73</b>
A. Kesimpulan .....	73
B. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>74</b>

LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	78
LAMPIRAN PERHITUNGAN .....	78
LAMPIRAN GAMBARAN PROSES PENELITIAN .....	86



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Kimia Asam Amino .....	15
Gambar 2.2 Struktur Kimia Gelatin .....	15
Gambar 2.2 Efek Polimer dan MMT terhadap tingkat permeabilitas gas .....	24
Gambar 2.4 (a) Diagram Skematik Struktur Montmorillonit (b) Struktur Atomik Montmorillonit .....	25
Gambar 2.5 Morfologi Polimer-Lempung Nanokomposit Taktoid (a), Interkalasi (b), dan Eksfoliasi (c) .....	25
Gambar 2.6 Gambar Skematik Berkas Sinar-X yang Memantul dari Bidang Kristal .....	30
Gambar 2.7 Kurva TGA .....	31
Gambar 2.8 Kurva DTA .....	33
Gambar 2.9 <i>Stress-strain film</i> hidrokoloid .....	34
Gambar 4.1 Transisi Rantai <i>Helik</i> -Gulungan Pada Kolagen .....	47
Gambar 4.2 Reaksi pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen .....	47
Gambar 4.3 Reaksi Hidrolisis Ikatan Silang Kovalen Tropokolagen .....	48
Gambar 4.4 Pembentukan Gel .....	48
Gambar 4.5 Spektrum FT-IR Gelatin .....	52
Gambar 4.6 Spektra Inframerah Bentonit .....	56
Gambar 4.7 Difaktogram Bentonit Hasil Siphoning .....	58
Gambar 4.8 Ilustrasi Difusi Komposit, (a) Matriks Film Hanya Polimer dan (b) Matriks <i>Film</i> Komposit .....	63
Gambar 4.9 Grafik Young's Modulus variasi konsentrasi MMT .....	65
Gambar 4.10 Spektra FT-IR <i>Edible Film</i> (A) <i>Edible</i> Gelatin dan (B) <i>Edible</i> Gelatin + Montmorillonit .....	66
Gambar 4.11 Difaktogram XRD <i>Edible Film</i> (a) <i>Edible Film</i> Polimer Gelatin dan (b) Komposit <i>Edible Film</i> .....	67
Gambar 4.12 Analisis TGA-DTA (a) TGA dan (b) DTA <i>edible film</i> polimer gelatin, (c) TGA dan (d) DTA <i>edible film</i> komposit gelatin-montmorillonit .....	69

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar Gelatin Menurut GMIA** dan SNI 01-3635-1995.....	20
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Bentonit Aceh.....	22
Tabel 2.3 Interpretasi Spektra Gelatin.....	27
Tabel 2.4 Interpretasi spektra bentonit.....	28
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Identifikasi Gelatin yang Dilakukan pada Penelitian ini (GA**) dengan Puspawati dkk. (2012) (GA*) .....	52
Tabel 4.2 Hasil Analisis Sifat Mekanik Komposit <i>Edible Film</i> .....	60
Tabel 4.3 Hasil Analisis Gugus Fungsi FT-IR Komposit <i>Edible Film</i> Gelatin-Montmorillonit.....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN PERHITUNGAN.....	78
Lampiran 1. Analisis Gelatin.....	78
1. Rendemen.....	78
2. Kadar Air.....	78
Lampiran 2. Analisis <i>Edible Film</i> .....	79
1. WVTR.....	79
2. Sifat Mekanik <i>Edible Film</i> .....	83
LAMPIRAN GAMBARAN PROSES PENELITIAN.....	86
Lampiran 1. Ceker Ayam Boiler.....	86
Lampiran 2. Proses Prendaman dengan CH <sub>3</sub> COOH 1,5%.....	86
Lampiran 3. Pembentukan Gel Gelatin.....	86
Lampiran 4. Gelatin Kering.....	86
Lampiran 5. Proses Pengelupasan <i>Film</i> dari Plat Kaca.....	86
Lampiran 6. Lapisan edible film (A) gelatin – 0% MMT, (B) gelatin – 1% MMT, (C) gelatin – 2% MMT, (D) gelatin – 3% MMT, (E) gelatin – 4% MMT, dan (F) gelatin – 5% MMT.....	86



## ABSTRAK

### Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film* Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan Montmorillonit

**Kuni Hidayati**  
**10630026**

Pada penelitian ini telah dilakukan penelitian tentang pembuatan gelatin dari ceker ayam dan pembuatan *edible film* dari gelatin-montmorillonit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui rendemen gelatin dan interaksi yang terjadi antara gelatin dan montmorillonit sebagai bahan pembuatan *edible film*.

Penelitian ini membahas tentang pembuatan komposit *edible film* dengan memanfaatkan gelatin yang dimodifikasi dengan montmorillonit sebagai *filler*. Isolasi dan karakterisasi gelatin dilakukan dengan metode ekstraksi *water bath* menggunakan proses asam. Larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1,5% digunakan dalam proses curing asam. Pengujian meliputi sifat mekanik dan kimia. Ketebalan, *tensile strength*, *elongation to break*, dan *young's modulus* merupakan sifat mekanik. Perubahan gugus fungsi dianalisis dengan FT-IR. Pengujian struktur kristalinitas komposit dianalisis menggunakan XRD. Rendemen gelatin yang dihasilkan yaitu sebesar 6,47%. Gelatin ditambahkan montmorillonit dengan variasi konsentrasi 0; 1; 2; 3; 4; dan 5%. Pada konsentrasi penambahan 3% montmorillonit, *edible film* dikatakan memiliki kualitas sifat mekanik terbaik, seperti *tensile strength* 2,4127 Mpa, *elongation to break* 65,876%. Pengaruh meningkatnya konsentrasi montmorillonit dalam larutan *film* juga berdampak pada menurunnya tingkat laju transmisi uap air *edible film*. Interaksi montmorillonit diketahui melalui hasil XRD yang menunjukkan adanya pergeseran jarak antar *layer* pada matriks MMT murni dan komposit yaitu dari  $2\theta = 5,81^\circ$  menjadi  $3,22^\circ$ . Hasil analisis termal menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan 3% MMT dapat mempercepat laju stabilitas termal suatu komposit *edible film* sampai suhu  $570^\circ\text{C}$ .

*Kata Kunci:* *Edible film*, gelatin, montmorillonit, dan komposit.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Permasalahan mengenai kerusakan buah-buahan pasca panen di daerah tropis adalah masalah yang harus dipecahkan. Hal tersebut tentunya akan menyebabkan distributor buah mengalami kerugian. Pada umumnya masalah tersebut dikarenakan bahan pangan yang sangat sensitif dan mudah mengalami penurunan kualitas karena faktor lingkungan, kimia, biokimia, dan mikrobiologi. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat (Komolprasert, 2006 *dalam* Hui, 2006).

Fungsi pengemasan pada bahan pangan adalah mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan dan benturan. Bahan pengemas yang umumnya digunakan saat ini menggunakan bahan *nondegradable* (sulit/tidak bisa terdegradasi) seperti polyethylene, polypropylene, polystyrene, dan lain-lain. Polimer *biodegradable* lebih menarik dikaji di dunia akedemi karena bahan-bahan dasarnya dapat terdegradasi dan dapat diregenerasi (Komolprasert, 2006 *dalam* Hui, 2006).

*Edible film* merupakan bahan kemasan yang sangat menjanjikan karena dapat melindungi produk pangan, penampilan asli produk dapat dipertahankan, dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992). Menurut Gontard dkk. (1993) dan Bourtoom (2007), *edible film* merupakan lapisan tipis berukuran 0,01 inchi atau 250 mikron yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, yang

berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer massa dan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan penanganan makanan (Bourtoom, 2007).

*Edible film* telah banyak dibuat dengan menggunakan komponen-komponen polisakarida, lipid, dan protein. Salah satu syarat utama komponen-komponen pembuat *edible film* adalah memiliki kemampuan *barrier* yang baik. *Barrier* terhadap transfer oksigen, karbohidrat, dan lipid adalah hidrokoloid (Krochta, 1994). Hidrokoloid merupakan bagian dalam protein dan polisakarida. Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* dapat berupa protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum), karbohidrat (pati, alginat, pektin, dan gum arab) dan lemak (lilin, trigliserida, monogliserida terasetilasi, dan asam lemak) (Wahyuni, 2001).

Gelatin merupakan turunan protein dari serat kolagen yang ada pada tulang dan tulang rawan. Sumber gelatin yang diproduksi di pasaran Indonesia didominasi oleh gelatin impor yang berasal dari kulit babi (46%) maupun kulit (29,4%) dan tulang (23,1%) pada sapi serta sumber lain (1,5%). Penggunaan gelatin dari bahan baku kulit babi menjadi masalah bagi masyarakat Indonesia yang mayoritas beragama Islam. Di sisi lain telah beredar informasi bahwa gelatin sapi impor terkontaminasi gangguan penyakit *Bovine spongiform encephalopathy* (BSE) atau sapi gila (*mad cow*). BSE adalah gangguan neurologis progresif sapi yang diakibatkan oleh infeksi menular protein *Prion* yang merusak sistem syaraf pusat ternak (CDC, 2012). Oleh karena itu, untuk mengantisipasi tertularnya penyakit BSE pada kesehatan manusia, perlu adanya alternatif bahan baku lain untuk pembuatan *edible film* gelatin.

Menurut Syamsuri (2013), gelatin dapat diperoleh dari hasil ekstraksi tulang ceker ayam dengan metode hidrolisis. Rendemen gelatin yang terdapat dalam tulang ceker ayam sekitar 6,58–8,59%. Kulit ceker ayam memiliki komponen kimia yang mendukung sebagai sumber penghasil gelatin, seperti kadar air 65,9%; protein 22,98%; lemak 5,6%; abu 3,49%; dan bahan-bahan lain 2,03% (Purnomo, 1992). Tingginya kandungan protein pada kulit ceker ayam khususnya protein kolagen (Brown, dkk., 1997) membuka peluang agar dapat diekstraksi menjadi gelatin.

Gelatin dijadikan sebagai bahan pembuatan *edible film* karena memiliki sifat dapat berubah secara *reversible* dari bentuk sol ke gel, atau sebaliknya, juga dapat membengkak atau mengembang dalam air dingin (Utama, 1997). Namun, *edible film* gelatin saja memiliki sifat yang getas dan rapuh. Menurut Pranata dkk. (2002) dalam penelitiannya penambahan *plasticizer* agar didapatkan *film/lapisan* yang mudah dicetak dan fleksibel. Semakin bertambahnya gliserol akan mengakibatkan nilai permeabilitas uap air tinggi, sehingga mempercepat laju pembusukan. Oleh karena itu, yang diperlukan dalam bahan kemasan adalah *film multilayer* kompleks atau polimer campuran yang mampu meningkatkan sifat mekanik dan kimia *edible film* yang salah satunya penggunaan material MMT/montmorillonit (Duncan, 2002 dan Choi dkk 2002).

Menurut Hafida Ferfera-Harrar dkk (2012), gelatin termasuk tipe protein polielektrolit/*polyelectrolyte* yang merupakan turunan terdenaturasi kolagen dengan banyak kelompok  $-NH_2$  dan  $-COOH$ , yang dapat terinterkalasi ke dalam ruang daerah MMT. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk

mengetahui bagaimana pengaruh montmorillonit terhadap sifat mekanik-kimia *edible film* gelatin ceker ayam yang meliputi sifat *tensile strength*, *elongation to break*, *young's modulus*, FT-IR, WVTR, TG-DTA dengan variasi konsentrasi montmorillonit 0%; 1%; 2%; 3%; 4% dan 5%.

### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Pemanfaatan limbah ceker ayam yang belum maksimal. Limbah ceker ayam mengandung kolagen yang dapat diolah lebih lanjut menjadi gelatin
2. *Edible film* gelatin masih memiliki kualitas sifat mekanik dan kimia yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan tambahan yang mampu meningkatkan kualitas *edible film* dengan cara menambahkan montmorillonit dalam larutan *film*-gelatin.

### **C. Batasan Masalah**

Untuk menghindari ketidakteraturan dalam pelaksanaan penelitian ini, maka diperlukan adanya batasan masalah, sebagai berikut:

1. Sumber gelatin berasal dari hasil ekstraksi kulit ceker ayam dengan menggunakan metode ekstraksi modifikasi *waterbath*. Metode yang digunakan untuk memperoleh gelatin adalah hidrolisis asam antara ceker ayam dan asam asetat.
2. *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol.
3. *Filler* yang digunakan adalah montmorillonit.

4. Metode percetakan *film* dilakukan dengan metode penuangan pada plat kaca berukuran 20x30 cm.
5. Pengujian dilakukan dengan mengetahui karakteristik sifat mekanik dan kimia *edible film* gelatin – montmorillonit.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan, sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil rendemen gelatin dari kulit ceker ayam dengan metode hidrolisis asam?
2. Bagaimana karakteristik sifat mekanik-kimia komposit *edible film* gelatin–montmorillonit dengan jumlah penambahan konsentrasi montmorillonit yang berbeda?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui hasil rendemen gelatin kulit ceker ayam dengan metode hidrolisis asam.
2. Mengetahui karakteristik sifat mekanik-kimia komposit *edible film* gelatin–montmorillonit dengan jumlah penambahan konsentrasi montmorillonit yang berbeda.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Menambah nilai ekonomis pemanfaatan ceker ayam menjadi gelatin dan bahan dasar *edible film*.
2. Memberikan informasi dan pengetahuan di bidang penelitian kimia mengenai pengaruh sifat mekanik-kimia *edible film* setelah penambahan montmorillonit dalam *edible film* gelatin, sehingga dapat dijadikan salah satu alternatif pembuatan *edible film* gelatin selain dari babi.
3. Memberikan kekhasan untuk Indonesia dalam rangka mengembangkan produk kemasan yang berbahan dasar dari gelatin ceker ayam, sehingga dapat menjadi contoh bagi industri atau negara-negara lain bahwa Indonesia memiliki kekhasan yang salah satunya adalah “*icon* kemasan produk sehat”.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Rendemen gelatin kulit ceker ayam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrolisis asam adalah 6,47%
2. Karakteristik komposit *edible film* yang menunjukkan sifat-sifat mekanik terbaik pada penelitian ini terdapat pada konsentrasi *filler* MMT 3% dengan harga *tensile strenght* 2,4127 MPa, ketebalan 0,073 mm, *elongation to break* 65,876 %. Interaksi gelatin-MMT ditunjukkan dengan adanya puncak serapan yang lemah dari  $2\theta = 5,81^\circ$  menjadi  $3,22^\circ$ . Hasil analisis termal menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan 3% MMT dapat mempercepat laju stabilitas termal suatu komposit *edible film* sampai suhu  $570^\circ\text{C}$ .

#### **B. Saran**

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan menambah variasi konsentrasi *filler* montmorillonit dan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perbandingan efek gelatin dari ayam, sapi dan ikan jika dicampurkan dengan montmorillonit serta dilakukan pengujian untuk melapisi buah apel. Pelabelan berstatus/bersertifikat halal juga perlu diusahakan sehingga gelatin dari ayam dapat di produksi dan di konsumsi dengan aman dan baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alexandre, M.; Dubois, P. Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: Preparation, Properties and Uses of a New Class of Materials. *Materials Science and Engineering*. **2000**, 28, 1-63.
- Astuti, R. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar *Edible Film* dari Nata De Coco dengan Penambahan Pati, Gliserin, dan Kitosan Sebagai Pengemas Bumbu Mie Instan. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara. 2011.
- Bourtoom, T. Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared Starch. *International Food Research Journal*. **2007**. 15(3). 1-12
- Choi, S.S., Regenstein, J.M. Physicochemical and Sensory Characteristic of Fish Gelatin. *Food Chemistry and Toxicology*. **2000**, 1-6.
- Dhena R. B., Rudi H., Santoso. Pengaruh Komposisi Montmorillonit Pada Pembuatan Polipropilen-Nanokomposit Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasannya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. **2011**. 1-6.
- Donhowe IG, Fennema O. Edible Film and Coatings: Characteristics, Formation, Definitions, and Testing Methods. In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. CRS Press, Ed.; John M. Krochta, Eliabeth A. Baldwin, Myrna Nisperos-Carriedo: America, 1994: pp 1-21
- Duncan, Timothy V. Application of Nanotechnology in Food Packaging and Food Safety: Barrier Materials, Antimicrobials and Sensors, *Journal of Colloid and Interface Science*, accepted July-06-11; Eds.; Elsevier: United State, 2011; pp 1-24 (US Food and Drug Administration in Nasional Center for Food Safety and Technology)
- Food and Grug Administration. GMIA, Inc. Recordkeeping Requirements for Human Food and Cosmetics Manufactured From, Processed With, or Otherwise Containing, Material From Cattle. U.S Department or Health and Hu,man Service. August 12, 2004.
- Foletto E.L., Volzone C. Porto L.M. Perfomance of an Argentinian Acid-Activated Bentonite In The Bleaching of Soybean Oil, *Braz. J. Chem. Eng.* [Online] **2000**, 2, 1-20. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-66322003000200007> (accessed Jun 17, 2014)

- Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA). Gelatin Handbook. In Standar Testing Methods for Edible Film Gelatin. [Online] 2013,25, 1-25. <http://www.gelatin-gmia.com>. (accessed Jun 23, 2014).
- Gennandios, A. Soft Gelatine Capsules. In A. Gennandios (Ed). Protein-Based Films and Coatings. 1era. *CRC Press*. 2002, 1-44. <http://www.google.co.id/books?id=bhTHBrZm6KYC&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false> (accessed Jun 17, 2014).
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Wheat Gluten Film. *Journal of Food Science*.**1993**. 57: 190-195.
- Grobben, A.H., P.J.Steele., R.A.Somerville., dan D.M Taylor. Inactivation of The Bovine-Spongiform-Encephalopathy (BSE) Agent by The Acid and Alkali Process Used The Manufacture of Bone Gelatin . *Biotechnology and Applied Biochemistry*. **2004** 39:329-338
- Hafida, Ferfera-Harrar., Nassima, Dairi. Preparation of Cellulose Acetate Nano-Biocomposites Using Acidified Gelatin-Montmorillonite as Nanofiller: *Akademik Platform*. **2012**, 1, 604-613.
- Hinterwaldner, R. Raw Material in Ward AG, Courts,A, editors. *The Science and Technology of Gelatin*.; Academic Press, New York, 1997: Academic Press. pp 295-314
- Hui, Y. H. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. Food Science and Technology. [Online] 2006, 155, 1-155. CRG Press. 2006. <http://www.google.co.id/books?id=rTjysvUxB8wC&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false> (accessed Jun 17,2014).
- Jorge, Manuel Fernando Corodado, Fernanda Maria Vanin, Rosemary Aparecida de Carvalho, Izabel CristinaFreitas Moraes, Ana Mônica Quinta Barbosa Bittante, Samira Fernandes Nassar, Paulo José do Amaral Sobral. Mechanical Properties of Gelatin Nanocomposite Film Prepared by Spreading: Effect of Montmorillonite Concentration. *Food Engineering Departement*. **2011**, 1, 1-6.
- Katti, K. dan Katti, D. Effect of Clay-Water Interaction on Swelling in Montmorillonite Clay. *North Dakota University*. Fargo. **2001**,1, 1-9.
- Kinzel, B. Protein-Rich Edible Coaing for Food. *Agricultural research*. May **1992**: 20-21
- Krochta, J.M., Johnston, C.D.M. Edible and Biodegradable Polimer Films. *J. Food Technology*. **1997**.51(2). 61-74.

- Kumar, P., K.P Sandeep, S. Alavi, V.D Truong. R.E Gorga. Preparation and Characterization of Bio-nanocomposite Films Based on Soy Protein Isolate and Montmorillonit Using Melt Extrusion. *Food Engineering*. **2010**. pp 4810-489.
- Murtianingsih, Niniet.,Lukman Atmaja. Analisis Sifat Fisik dan Termal Gelatin dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam. Prosiding Skripsi. *Kimia*. **2010**, 1-9
- Nayak, P. S dan Singh, B. K. Instrumental Characterization of Clay by XRF, XRD and FT-IR. *Bull. Mater. Sct*: **2007**,30, pp. 235-238.
- Ningwulan, Mondya Purna Septa, Pembuatan Biokomposit Edible Film dari Gelatin/Bacterial Cellulose Microcrystal (BCMC):Variasi Konsentrasi Matriks, Filter, dan Waktu Sonifikasi, January 12-14, 2012; Skripsi; Universitas Indonesia, Teknik Kimia, 2012; pp 1-105
- Norland, R.E. Fish Gelatin : Technical Aspects and Applications. London: *Royal Photographic Society*. **1997**, pp 266–281.
- Nugraha, Irwan, Andri Somantri. Karakterisasi Bentonit Alam Indoneia Hasil Pemurnian dengan Menggunakan Spektroskopi IR, XRD dan SAA. *Kimia*. **2013**, 440, 457-467.
- Pereda, A., Ponce, G. A., Marcovich, E. N., Ruseckaite, A. R., Martucci, F. J.. Chitosan-Gelatin Composites and Bi-Layer Films with Potential Antimicrobial Activity. *Food Hydrocolloids*. **2011**. 25, 1372-1381
- Pranata, F. S., Djagal, W. M., Haryadi, Karakterisasi Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Pati Batang Aren (*Arenga pinnata Merr*). *Biota* 7, **2002**, 121-130.
- Purnomo, Eddy. *Penyamakan Kulit Kaki Ayam*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.,1992.
- Puspawati, N. M., I N. Simpen, dan I N. Sumerta Miwada, Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Boiler dan Karakterisasi Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FT-IR. *Jurnal Kimia*. **2012**. 6, 79-89.
- Said, M. I., Likadja, J. C., Hatta, M. Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Bahan Curing Terhadap Kuantitas dan Kualitas Gelatin Kuit Kambing yang Diproduksi Melalui Proses Asam. *Peternakan*. **2011**, 10, 119-128.

- Skurtys O., Acevedo C., Pedreschi F., Enrione J., Osorio F., Aguilera J. M. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. Departement of Food Science and Technology*. 2008, 34, 1-34.
- SNI 06-3735. 1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional*. Jakarta.
- Suharsono, Edy. *Preparasi dan Krakterisasi Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Tapioka dan Pektin Kulit Pisang dengan Variasi Plasticizer Gliserol*, Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. 2012.
- Sutha, I. M. N., Karna, W., Eko, S. *Preparasi dan Krakterisasi Komposit Kromium Oksida-Montmorillonit*, Jurnal Kimia, **2008**. 2, 93-99.
- Syamsuri, Deny, *Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ceker Ayam dengan Metode Hidrolisi sebagai Pemanfaatan Limbah Industri Kripik Kulit Ceker Ayam*, Skripsi. Kimia, January 2013.
- Tan, Kim H. *Dasar Dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta., 1991.
- Taufik, Muhammad. *Potensi Kulit Kaki Boiler sebagai Bahan Dasar Edible Film*. Disertasi. Program Studi Ilmu Peternakan 2011.
- Teles, Helena. *Colagen-Like Block Copolymers With Tunable Design*. Thesis committee. 2010.
- Utama, H. 1997. *Gelatin Bikin Heboh*. Jurnal Halal LPPOM-MUI
- Viorica-Niculina STANESCU, Mihaela OLTEANU, Mnuela FLOREA-SPIROIU, dan Zina Vuluga. *Fractal Properties of Collagen/Chitosan/Montmorillonite Membranes*. Jurnal Revue Roumaine de Chimie. **2009**.767-717.
- Viro, F. *Encyclopedia of Science and Technology*. Mc Graw Hill., 1992.
- Wang dkk., *Twin Screw Extrusion Compounding of Polypropylene/ Organoclay Nanocomposite Modified by Maleated Polypopylenes*. *Journal of Applied Polymer Science*. **2004**, 93, 100-112.
- Wijaya, Hendra. *Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat dan Lama Perendaman Kulit Kaki Ikan Pari (Trygon spp) pada Pembuatan Gelatin*. Skripsi. Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan. 2001, 1-64.
- Wiyono, V.S. *Gelatin Halal Gelatin Haram*. Jurnal Halal LPPOM-MUI. 2001.

## LAMPIRAN PERHITUNGAN

### Lampiran 1. Analisis Gelatin

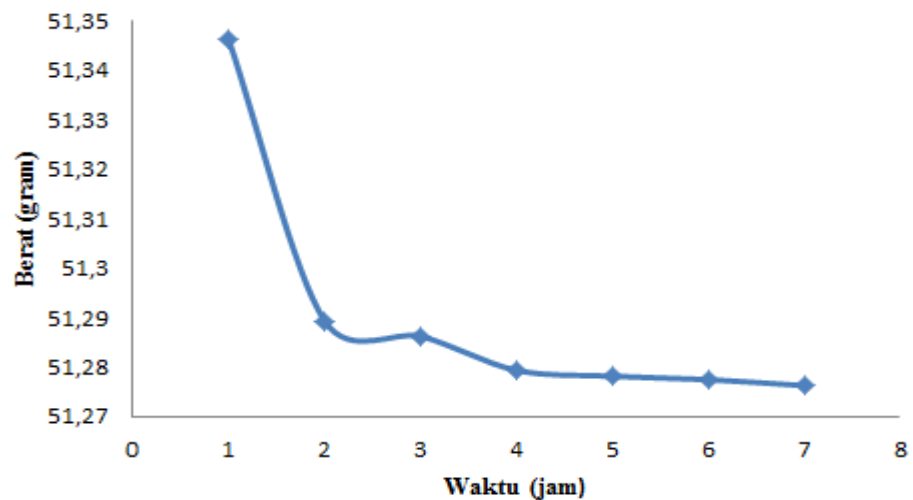
#### 1. Rendemen Gelatin

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat gelatin}}{\text{berat kulit kaki}} \times 100\% \\ &= \frac{32,38 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 6,47 \%\end{aligned}$$

#### 2. Kadar Air

Massa Gelatin : 1,0031 gram  
Berat Awal Cawan Kosong : 50,3408 gram  
Berat Cawan + Gelatin : 51,3462 gram

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	51,3462
2	51,2894
3	51,2863
4	51,2794
5	51,2782
6	51,2775
7	51,2763



$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{B-A}{\text{Berat Sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{51,3462 \text{ g} - 51,2763 \text{ g}}{1,0031 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 6,968 \%\end{aligned}$$

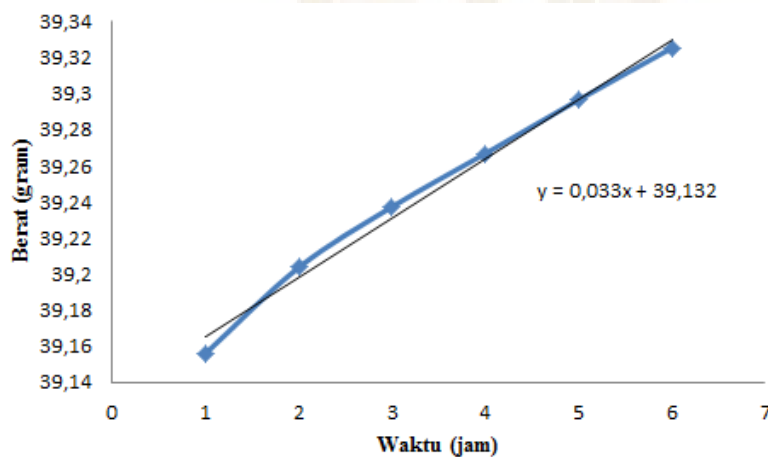
## Lampiran 2. Analisis *Edible Film*

### 1. WVTR

#### a. Gelatin + 0% MMT

Berat Cawan Kosong : 35,7886 gram  
Berat Lapisan *Film* : 0,3094 gram  
Silika Gel : 3,0214 gram  
A (luas *film*) : 0,00353 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,1561
2	39,2038
3	39,2374
4	39,2669
5	39,2967
6	39,3254



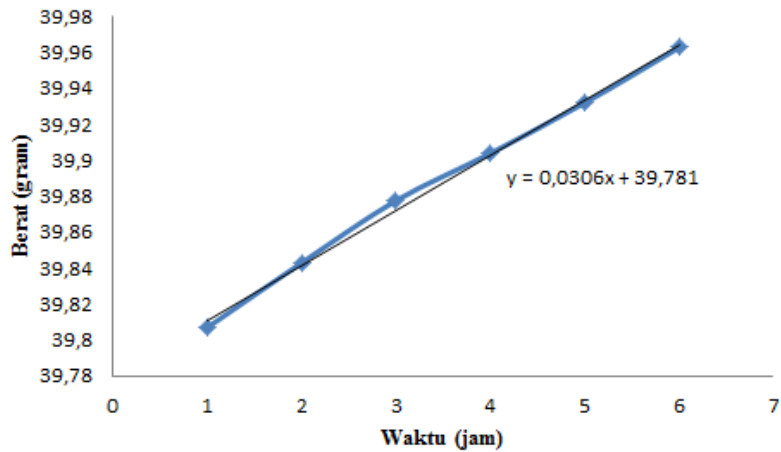
$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{0,033 \text{ g/jam}}{0,00353 \text{ m}^2} \\ &= 9,3484 \text{ g/jam.m}^2 \end{aligned}$$

#### b. Gelatin + 1% MMT

Berat Cawan Kosong : 36,2420 gram  
Berat Lapisan *Film* : 0,4748 gram  
Silka Gel : 3,0831 gram  
A : 0,0033 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,8071
2	39,8431
3	39,8777

4	39,9040
5	39,9321
6	39,9629



$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{0,0306 \text{ gram/jam}}{0,0033 \text{ m}^2} \\ &= 9,10714 \text{ gram/jam.m}^2 \end{aligned}$$

a. Gelatin + 2% MMT

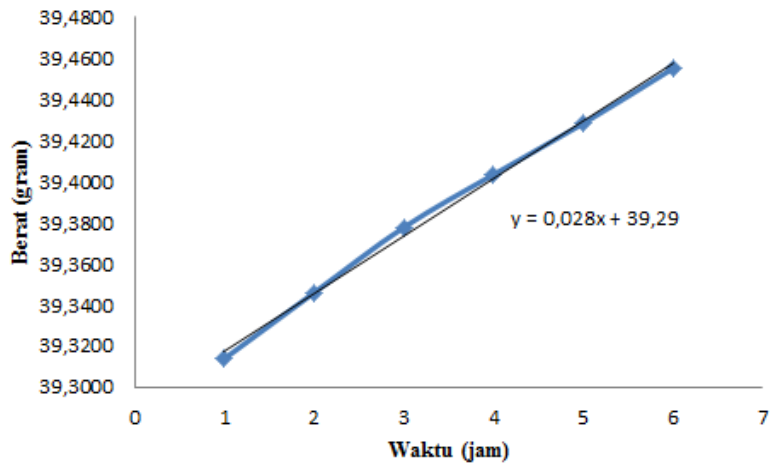
Berat Cawan Kosong : 35,8205gram

Berat Lapisan *Film* : 0,4180 gram

Silka Gel : 3,0754 gram

A : 0,0033 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,3140
2	39,3461
3	39,3779
4	39,4036
5	39,4284
6	39,4552



$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{0,028 \text{ gram/jam}}{0,0033 \text{ m}^2} \\ &= 8,3333 \text{ g/jam.m}^2 \end{aligned}$$

b. Gelatin + 3% MMT

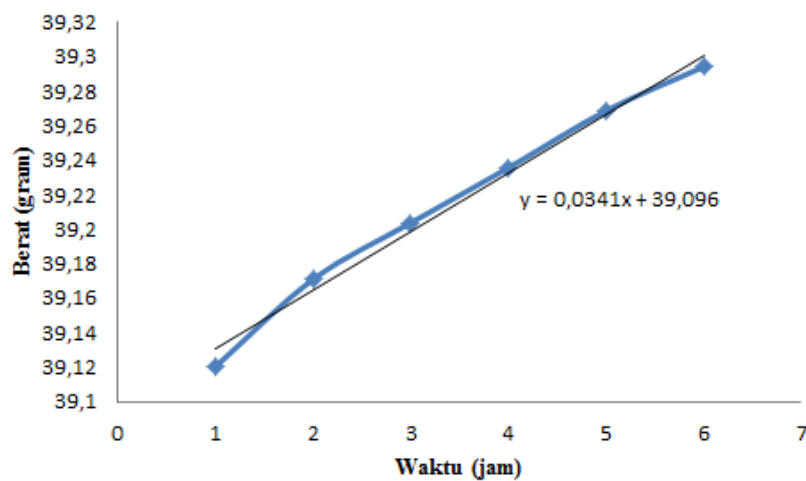
Berat Cawan Kosong : 35,7904 gram

Berat Lapisan *Film* : 0,2646 gram

Silka Gel : 3,0266 gram

A : 0,0042 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,1205
2	39,1711
3	39,2038
4	39,2357
5	39,2687
6	39,2942



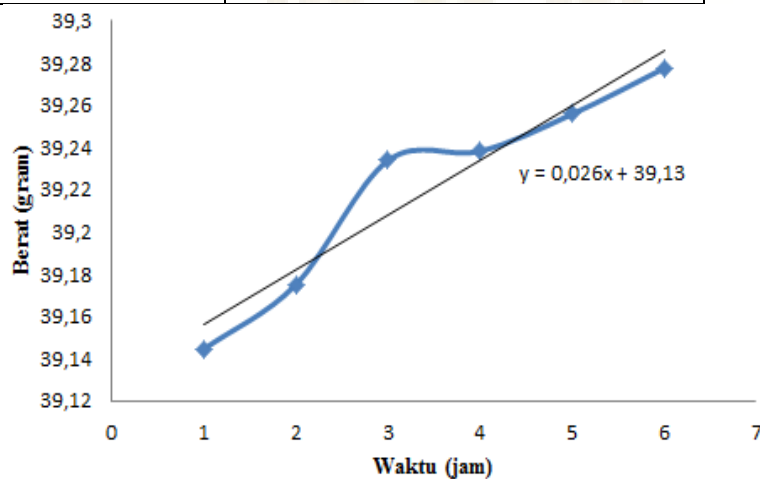


$$\text{WVTR} = \frac{0,0341 \text{ gram/jam}}{0,0042 \text{ m}^2} = 8,0805 \text{ g/jam.m}^2$$

c. Gelatin + 4% MMT

Berat Cawan Kosong : 35,7904 gram  
 Berat Lapisan *Film* : 0,2646 gram  
 Silka Gel : 3,0266 gram  
 A : 0,0042 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,1446
2	39,1752
3	39,2339
4	39,2382
5	39,2558
6	39,2775



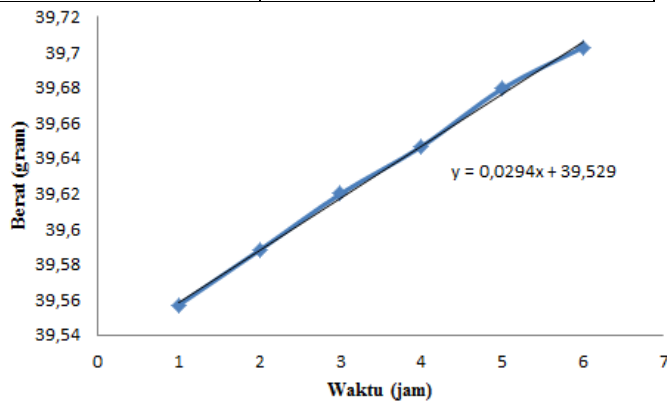
$$\text{WVTR} = \frac{0,026 \text{ gram/jam}}{0,0036 \text{ m}^2} = 7,22 \text{ g/jam.m}^2$$

f. Gelatin + 5% MMT

Berat Cawan Kosong : 36,2419 gram  
 Berat Lapisan *Film* : 0,2546 gram  
 Silka Gel : 3,0602 gram  
 A : 0,0033 m<sup>2</sup>

Waktu (jam)	Berat (gram)
1	39,5571
2	39,5881
3	39,6199

4	39,6466
5	39,6793
6	39,7027



$$\text{WVTR} = \frac{0,0294 \text{ gram/jam}}{0,0033 \text{ m}^2} = 8,75 \text{ g/jam.m}^2$$

## 2. Sifat Mekanik *Edible Film*

### a. Gelatin + 0% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax. N	Tensile Strength Mpa	Strain at Fmax. %
1	0,096	5	50	0,1340	0,2792	19,3516
2	0,096	5	50	0,1231	0,2565	23,6821
3	0,096	5	50	0,1390	0,2897	19,7911

Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax. N	Tensile Strength Mpa	Strain at Fmax. %
x	0,096	5	50	0,1321	0,0251	20,9416
s	0,000	0,000	0,000	0,0081	0,017	2,384
v	0,00	0,00	0,00	6,61	6,61	11,38

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{0,0251 \text{ Mpa}}{0,2094} = 1,3138 \text{ MPa}$$

### b. Gelatin + 1% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax. N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0,079	5	50	0,7631	1,9320	55,2263
2	0,079	5	50	0,5437	1,3764	31,8922

Statistics:

Series	a0	b0	Lc	Fmax.	Tensile Strength	Strain at Fmax.
--------	----	----	----	-------	------------------	-----------------

n = 3	mm	mm	mm	N	MPa	%
x	0,079	5	50	0,6534	1,6542	43,5593
s	0,000	0,000	0,000	0,1552	0,393	16,4997
v	0,00	0,00	0,00	23,75	23,75	37,88

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{1,6542 \text{ MPa}}{0,4356} = 3,7975 \text{ MPa}$$

c. Gelatin + 2% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0,076	5	50	0,5202	1,3690	51,1536
2	0,076	5	50	0,5780	1,5211	64,0368

Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0,076	5	50	0,5491	1,4450	57,5952
s	0,000	0,000	0,000	0,0409	0,1076	9,1098
v	0,00	0,00	0,00	7,44	7,44	15,82

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{1,4450 \text{ MPa}}{0,5759} = 2,5091 \text{ Mpa}$$

d. Gelatin + 3% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0,077	5	50	0,8988	2,3345	62,2615
2	0,069	5	50	0,8594	2,4910	69,4911

Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0,073	5	50	0,8791	2,4127	65,8763
s	0,0056	0,000	0,000	0,0279	0,1106	5,1121
v	7,75	0,00	0,00	3,17	4,59	7,76

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{2,4127 \text{ MPa}}{0,6588} = 3,6623 \text{ MPa}$$

e. Gelatin + 4% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0,09	5	50	0,8435	1,8744	55,0768
2	0,089	5	50	0,6232	1,4004	64,9938

Statistics:

series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0,09	5	50	0,7333	1,6374	60,0353
s	0,0007	0,000	0,000	0,1558	0,3351	7,0124
v	0,79	0,00	0,00	21,24	20,47	11,68

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{1,6374 \text{ MPa}}{0,6004} = 2,7272 \text{ MPa}$$

f. Gelatin + 5% MMT

Result:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0,065	5	50	0,4724	1,4536	75,3133
2	0,057	5	50	0,6232	2,1866	74,204

Statistics:

series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	Fmax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0,061	5	50	0,5478	1,8201	74,7587
s	0,0056	0,000	0,000	0,1066	0,5183	0,7844
v	9,27	0,00	0,00	19,46	28,48	1,05

$$\text{Young's Modulus (Y)} = \frac{1,8201 \text{ MPa}}{0,7476} = 2,4346 \text{ MPa}$$

## LAMPIRAN GAMBARAN PROSES PENELITIAN



Lampiran 1. Ceker Ayam Boiler



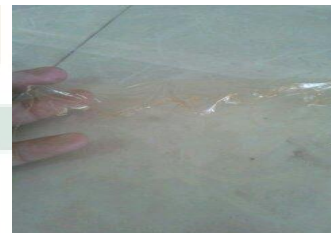
Lampiran 2. Proses Perendaman dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1,5% (v/v).



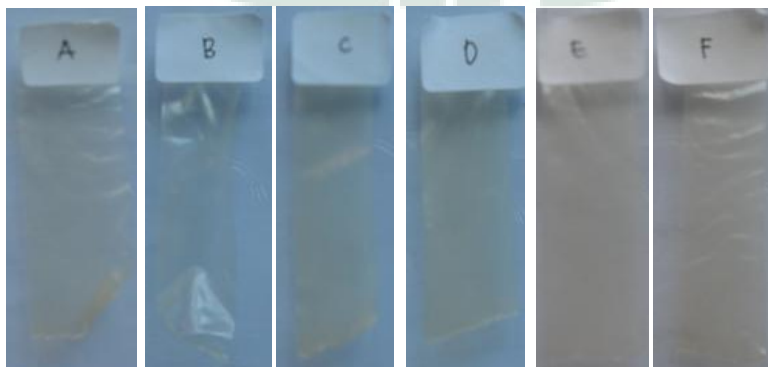
Lampiran 3. Pembentukan gel gelatin



Lampiran 4. Gelatin kering



Lampiran 5. Proses pengelupasan *film* dari plat kaca



Lampiran 6. Lapisan *edible film* (A) gelatin – 0% MMT, (B) gelatin – 1% MMT, (C) gelatin – 2% MMT, (D) gelatin – 3% MMT, (E) gelatin – 4% MMT, dan (F) gelatin – 5% MMT.