

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* KOMPOSIT
KARAGENAN-MONTMORILONIT**

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



**Oleh:
Fajariyah Ulfah
10630005**

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* KOMPOSIT
KARAGENAN-MONTMORILONIT**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana Kimia



Oleh:
Fajariyah Ulfah
10630005

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 : Fajariyah Ulfah

NIM : 10630005

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Komposit Karagenan-Montmorilonit

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, 4 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 : Fajariyah Ulfah

NIM : 10630005

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Komposit Karagenan-Montmorilonit

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.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 26 Juni 2014

Konsultan

Endaruj 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 : Fajariyah Ulfah

NIM : 10630005

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Komposit Karagenan-Montmorilonit

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.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 25 Juni 2014

Konsultan



Pedy Artsanti, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:


Nama : Fajariyah Ulfah
NIM : 10630005
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Komposit
Karagenan-Montmorilonit**

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, 4 Juni 2014

Yang menyatakan




Fajariyah Ulfah

10630005



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UTN.02/D.ST/PP.01.1/1895/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* KOMPOSIT
KARAGENAN-MONTMORILONIT

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Fajariyah Ulfah
NIM : 10630005
Telah dimunaqasyahkan pada : 20 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

Endang Sedyadi, M.Sc

Penguji II

Pedy Artsanti, M.Sc

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

HALAMAN MOTTO

“Never put any limitation since you want to start something,
but if you have done you know your limitation”

(Anonim)

“Strive not to be a success, but rather to be of value”

(Albert Einstein)

Tidak semua hal yang kita inginkan bisa kita dapatkan, dan

Tidak semua hal yang kita benci bisa kita tolak...

Hidup adalah belajar untuk menerima hal-hal seperti itu

(F. Ulfah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya dedikasikan
Untuk Bapak
yang telah mengajarkan bagaimana menyikapi hidup, dan
untuk mama
yang selalu memberi kekuatan dengan cara berbeda

serta
untuk Almamater tercinta Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi *Edible Film* Komposit Karagenan-Montmorilonit”. Skripsi ini ditulis dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Selama penelitian, penulis mendapatkan banyak pengetahuan dan pengalaman berharga yang tidak ternilai. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan proses penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan semangat dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi dalam akademik.
5. Bapak Endaruji Sedyadi, M.Sc., yang selalu terbuka memberikan masukan dan saran ketika penulis kesulitan dalam penelitian.
6. Segenap dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terima kasih atas ilmu yang diberikan selama ini.
7. Bapak, mama, om mahbu, dan seluruh keluarga tercinta atas dukungannya, dan do'a yang setiap waktu mengiringi langkah penulis, yang selalu menguatkan saat penulis merasa tidak mampu melakukan apa-apa.
8. O'ik yang telah mengajarkan banyak hal tentang hidup, yang selalu menumbuhkan harapan untuk esok, lusa, dan seterusnya.
9. Ifah, puput, dan Atin yang bukan hanya sekedar teman, penulis bersyukur menjadi bagian dari cerita hidup kalian.

10. Teman-teman MCRG (Atin, Afid, Kuni, Ardi, dan Maya), terima kasih atas *sharing* ilmunya.
11. Mas Rusdi yang telah banyak memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
12. Mbak Heni, yang selalu bersedia mendengar keluh kesah penulis, sekaligus motivator yang luar biasa.
13. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.
14. Teman-teman kimia khususnya 2010, terima kasih atas canda tawa yang telah dibagi dan turut dirasa.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saran-saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan. Semoga penelitian yang dilakukan dan skripsi yang telah ditulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 3 Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori	8
1. <i>Edible Film</i>	8
2. Karagenan.....	11
3. <i>Plasticizer</i> Gliserol	14
4. Montmorilonit	16
5. Komposit Polimer-Montmorilonit.....	19
6. Karakterisasi <i>Edible Film</i>	21
a. Ketebalan	21
b. Sifat Mekanik.....	22
c. <i>Water Vapour Transmission Rate</i> (WVTR)	23
d. <i>Fourier Transform-Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR)	24
e. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	25
f. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	27

BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	28
B. Alat-alat Penelitian	28
C. Bahan Penelitian	29
D. Cara Kerja Penelitian	29
1. Preparasi Awal Montmorilonit	29
2. Uji Pendahuluan.	30
3. Sintesis <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit.....	31
4. Karakterisasi <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit.....	32
a. Ketebalan	32
b. Sifat Mekanik.....	32
c. <i>Water Vapour Transmission Rate</i> (WVTR)	33
d. <i>Fourier Transform-Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR)	34
e. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	34
f. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	34
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Karagenan	36
B. Preparasi Awal Montmorilonit	38
C. Uji Pendahuluan	41
D. Sintesis <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit	46
E. Karakterisasi <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit	47
1. Ketebalan.....	47
2. Sifat Mekanik	48
3. <i>Water Vapour Transmission Rate</i> (WVTR).....	50
4. <i>Fourier Transform-Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR).....	51
5. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	54
6. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	55
 BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran	57
 DAFTAR PUSTAKA	 59
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Variasi Konsentrasi Karagenan.....	43
Tabel 4.2 Hasil pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Variasi Konsentrasi Gliserol.....	45
Tabel 4.3 Interpretasi Spektra FTIR <i>Edible Film</i>	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Kimia Karagenan.....	12
Gambar 2.2 Struktur Kimia Gliserol.....	15
Gambar 2.3 Struktur Montmorilonit	17
Gambar 2.4 Interaksi Polimer dengan Montmorilonit	20
Gambar 2.5 Kurva Hubungan antara Kuat Tarik Vs Persen Pemanjangan ...	22
Gambar 2.6 Jalan Berliku yang Ditempuh oleh Permeant.....	24
Gambar 2.7 Berkas Sinar-X datang yang Memantul dari Bidang Kristal, dengan Mengikuti Hukum Bragg.....	26
Gambar 3.1 Bentuk Sampel Uji Tarik.....	33
Gambar 3.2 Rangkaian Alat Uji WVTR.....	34
Gambar 4.1 Spektra FT-IR Karagenan	36
Gambar 4.2 Spektra FT-IR Montmorilonit Setelah Pemurnian.....	39
Gambar 4.3 Difraktogram Montmorilonit Setelah Pemurnian	40
Gambar 4.4 Interaksi Polimer-Pelarut- <i>Plasticizer</i>	42
Gambar 4.5 Ketebalan <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit....	47
Gambar 4.6 Kuat Tarik, Persen Pemanjangan, dan Modulus Elastisitas	49
Gambar 4.7 Nilai WVTR <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan- Montmorilonit.....	51
Gambar 4.8 Spektra FT-IR <i>Edible Film</i> Karagenan dan Komposit Karagenan-Montmorilonit.....	52
Gambar 4.9 Difraktogram <i>Edible Film</i> Karagenan dan Komposit Karagenan-Montmorilonit	54
Gambar 4.10 Profil <i>Edible Film</i> Komposit Karagenan-Montmorilonit Menggunakan TEM.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Deskripsi Mutu <i>Edible Film</i> dengan Variasi Konsentrasi Karagenan.....	65
Lampiran 2 Deskripsi Mutu <i>Edible Film</i> dengan Variasi Konsentrasi Gliserol.....	66
Lampiran 3 Deskripsi Mutu <i>Edible Film</i> dengan Variasi Konsentrasi Montmorilonit	67
Lampiran 4 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (2 : 1)	69
Lampiran 5 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (3 : 1)	70
Lampiran 6 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (2 : 1,5)	71
Lampiran 7 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (3 : 1)	72
Lampiran 8 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 1,0%	73
Lampiran 9 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 2,0%	74
Lampiran 10 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 3,0%	75
Lampiran 11 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 4,0%	76
Lampiran 12 Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 5,0%	77
Lampiran 13 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 0% (<i>Edible Film</i> Sebagai Kontrol)	78
Lampiran 14 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 1,0%.....	79

Lampiran 15 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 2,0%.....	80
Lampiran 16 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 3,0%.....	81
Lampiran 17 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 4,0%.....	82
Lampiran 18 Uji WVTR <i>Edible Film</i> dengan Konsentrasi Montmorilonit 5,0%.....	83
Lampiran 19 Spektra FTIR Montmorilonit Sebelum dan Sesudah <i>Siphoning</i>	84
Lampiran 20 Difraktogram Montmorilonit Sebelum dan Sesudah <i>Siphoning</i>	85

SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* KOMPOSIT KARAGENAN-MONTMORILONIT

Oleh:

Fajariyah Ulfah
NIM. 10630005

ABSTRAK

Telah disintesis dan dikarakterisasi *edible film* komposit karagenan-montmorilonit. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh komposisi dari komponen penyusun *edible film* (karagenan sebagai bahan dasar, gliserol sebagai *plasticizer*, dan montmorilonit sebagai *filler*), mengetahui pengaruh penambahan montmorilonit terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*, serta mengetahui interaksi yang terbentuk pada *edible film* komposit dengan sifat fisik dan mekanik terbaik.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu preparasi awal montmorilonit, uji pendahuluan untuk mengetahui konsentrasi karagenan dan gliserol dengan sifat fisik dan mekanik terbaik, serta sintesis dan karakterisasi *edible film* komposit karagenan-montmorilonit. Pecetakan *edible film* menggunakan metode *solvent casting*.

Hasil yang diperoleh dari uji pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan dengan sifat fisik dan mekanik terbaik adalah 3,0% (b/v) dan gliserol 1,5% (v/v). Komposisi tersebut digunakan untuk mensintesis *edible film* komposit dengan variasi konsentrasi montmorilonit, yaitu 1,0% ; 2,0% ; 3,0% ; 4,0% ; dan 5,0% (b/b). Penambahan montmorilonit 1,0 – 3,0% dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film*. Sifat fisik dan mekanik terbaik dicapai pada konsentrasi montmorilonit 3,0% dengan ketebalan 0,107 mm, kuat tarik 4,139 MPa, persen pemanjangan 48,178%, modulus elastisitas 8,590 MPa, dan WVTR 11,980 g/jam m². Interaksi *edible film* komposit yang terbentuk adalah eksfoliasi dan interkalasi.

Kata kunci: *edible film*, karagenan, *plasticizer*, gliserol, montmorilonit, *solvent casting*, eksfoliasi, interkalasi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemasan makanan merupakan salah satu limbah yang keberadaannya melimpah akibat laju konsumsi masyarakat yang terus meningkat, yaitu sekitar 30% dari total limbah padat di seluruh dunia. Pernyataan tersebut dikeluarkan oleh *World Bank* dalam sebuah laporan yang berjudul *What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management* pada tahun 2012. *World Bank* melaporkan bahwa total limbah padat di seluruh dunia mencapai 1,3 milyar ton per tahun dan akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2025 mendatang, yaitu mendekati 2,2 milyar ton per tahun.

Umumnya, bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kemasan makanan berasal dari minyak bumi. Bahan kemasan tersebut efektif digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya fleksibel, murah, multiguna, transparan, kuat, dan ringan. Namun di sisi lain dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, karena tidak mudah dihancurkan dengan cepat oleh mikroba penghancur dalam tanah. Akibatnya, terjadi penumpukan limbah dan menjadi penyebab kerusakan lingkungan (Ningwulan, 2012).

Kemasan makanan telah menjadi fokus utama dalam upaya pengurangan limbah (Larotonda, 2007). Meskipun limbah kemasan makanan dapat didaur ulang dan dapat digunakan kembali, namun pada kenyataannya kapasitas sistem daur ulang yang ada saat ini belum mampu sepenuhnya menangani limbah kemasan makanan yang begitu melimpah (Hoornweg dan Tata, 2012) .

Edible film dari polimer alam merupakan salah satu solusi alternatif kemasan makanan yang bersifat ramah lingkungan dan dapat mempertahankan kualitas makanan. *Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis (ketebalan $< 0,25$ mm), dapat dimakan, dilapisi pada makanan yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer massa (kelembaban, oksigen, lipid, dan zat terlarut). Keuntungan dari penggunaan *edible film* adalah biaya murah, dapat mengurangi limbah kemasan, dapat memberikan perlindungan yang unik dengan menjaga aroma dan tampilan dari makanan yang dikemas, mencegah kontaminasi dari mikroorganisme, serta mencegah hilangnya kualitas makanan karena perpindahan massa. Berdasarkan bahan penyusunnya, *edible film* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu hidrokoloid (protein atau karbohidrat), lipid (asam lemak, asilgliserol atau lilin), dan komposit (Skurtys *et al.*, 2009).

Hidrokoloid dapat berupa protein atau karbohidrat. Beberapa jenis karbohidrat yang dapat digunakan adalah pati, pektin, alginat, karagenan, dan lain sebagainya. Karagenan telah banyak digunakan dalam bidang pangan sebagai *edible film* untuk pengemas daging segar, ikan, *casing* sosis, produk kering, makanan berlemak dan kapsul obat (Mindarwati, 2006). Karagenan merupakan polimer hidrofilik berupa polisakarida sulfat yang dapat diekstrak dari rumput laut merah (*Rhodophyceae*), seperti *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottoni*, *Chondrus crispus*, *Gigartina skottsbergi*, dan *Iradea laminarioides* (Milani dan Maleki, 2012). Karagenan banyak digunakan dalam bidang industri, pangan, farmasi, dan kosmetik sebagai stabilisator, bahan pengental, dan pembentuk gel (Necas dan Bartisikova, 2013).

Kelebihan karagenan sebagai *edible film* yaitu dapat membentuk gel yang baik, elastis, dapat dimakan, dan dapat diperbaharui. Meskipun demikian, *edible film* dari karagenan memiliki kelemahan, yaitu kemampuannya yang rendah sebagai *barrier* terhadap transfer uap air, sehingga membatasi pemanfaatannya sebagai bahan kemasan (Handito, 2011).

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam upaya meningkatkan sifat *barrier* atau menurunkan nilai laju transmisi uap air *edible film* hidrokoloid. Salah satunya adalah dengan penambahan material anorganik seperti montmorilonit. Menurut De Melo *et al.* (2011), penambahan montmorilonit pada komposit film pati-xanthan gum mampu meningkatkan sifat *barrier* film terhadap transfer uap air. Selain itu, penambahan montmorilonit mampu meningkatkan sifat mekanik dan stabilitas termal film komposit yang dihasilkan.

Berbagai macam penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan *edible film* dengan modifikasi agar mencapai hasil yang lebih baik (Ridawati *et al.*, 2011). Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis *edible film* dari karagenan sebagai bahan dasar, gliserol sebagai *plasticizer*, dan montmorilonit sebagai *filler*. Penambahan montmorilonit diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik dan mekanik, serta menurunkan nilai laju transmisi uap air *edible film* yang dihasilkan. Konsentrasi montmorilonit dibuat bervariasi dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh montmorilonit terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* serta mengetahui interaksi komposit karagenan-montmorilonit yang terbentuk pada sifat fisik dan mekanik terbaik.

B. Batasan Masalah

1. Jenis montmorilonit yang digunakan adalah Na-montmorilonit.
2. *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol.
3. Metode pencetakan *edible film* menggunakan metode *solvent casting*.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana komposisi karagenan, *plasticizer* gliserol, dan montmorilonit dalam pembuatan *edible film* komposit karagenan-montmorilonit?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi montmorilonit terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan?
3. Bagaimana interaksi *edible film* komposit karagenan-montmorilonit yang terbentuk pada sifat fisik dan mekanik terbaik?

D. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh komposisi karagenan, *plasticizer* gliserol, dan montmorilonit dalam pembuatan *edible film* komposit karagenan-montmorilonit.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi montmorilonit terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan.
3. Mengetahui interaksi *edible film* komposit karagenan-montmorilonit yang terbentuk pada sifat fisik dan mekanik terbaik.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif kemasan makanan yang ramah lingkungan, bersifat *edible*, dan mampu mempertahankan kualitas makanan, sehingga dapat mengurangi limbah kemasan makanan. Selain

itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menghasilkan produk *edible film* dengan sifat fisik dan mekanik yang baik, sehingga menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan baku pembuatan *edible film*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Komposisi karagenan dan *plasticizer* gliserol yang digunakan dalam pembuatan *edible film* komposit karagenan-montmorilonit dipilih berdasarkan uji pendahuluan. Konsentrasi karagenan yang digunakan adalah 3,0% (b/v), gliserol 1,5% (v/v), dan montmorilonit 1,0% ; 2,0% ; 3,0% ; 4,0% ; 5,0% (b/b).
2. Penambahan montmorilonit dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik serta menurunkan nilai laju transmisi uap air (WVTR) *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* dengan sifat fisik dan mekanik terbaik dicapai ketika konsentrasi montmorilonit 3,0%, yaitu dengan nilai ketebalan 0,108 mm, kuat tarik 4,139 MPa, persen pemanjangan 48,178%, modulus elastisitas 8,587 MPa, dan WVTR 11,980 g/jam m².
3. Interaksi *edible film* komposit yang terbentuk adalah eksfoliasi dan interkalasi (eksfoliasi parsial).

B. Saran

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk variasi waktu dan frekuensi sonikasi agar diperoleh komposit tereksfoliasi secara optimal, sehingga dihasilkan sifat fisik dan mekanik yang lebih tinggi dari penelitian ini.

2. Perlu dilakukan uji proksimat agar dapat diketahui apakah *edible film* tersebut layak untuk dikonsumsi.
3. Perlu dilakukan uji *biodegradable* agar dapat diketahui waktu yang dibutuhkan *edible film* untuk terdegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.; Khairurrijal. Karakterisasi Nanomaterial. *J. Nanosains & Teknologi*. **2008**, 1, 2.
- Adamiz, Z.; Williams, R. B. *Bentonite, Kaolin and Selected Clay minerals*; World Health Organization: Geneva, 2005.
- Adri, A. Pola Spektrum Inframerah Transformasi Fourier Untuk Identifikasi Karagenan dengan Metode Analisis Komponen Utama. Skripsi. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan IPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2012.
- Alam, A. A. Kualitas Karagenan Rumput Laut Jenis *Euचेuma spinosum* di Perairan Desa Punaga Kabupaten Takalar. Skripsi. Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2011.
- Alexandre, M.; Dubois, P. Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: Preparation, Properties and Use of a New Class of Material. *Material Science and Engineering*. **2000**, 28, 1-63.
- Anggraeni, S. D. Pengaruh Konsentrasi Sorbitol Terhadap Mutu *Edible Film* dari Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) untuk Pelapis Permen. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2002.
- Cahyana, P. T. Pengkajian dan Pengaruh Kadar Amilosa dan *Plasticizer* Terhadap Karakteristik *Edible Film* dari Pati Beras Termodifikasi. Tesis. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.
- Chang, R. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*. Edisi Ketiga. (diterjemahkan oleh: Departemen Kimia, Institut Teknologi Bandung); PT. Gelora Aksara Pratama: Bandung, 2005.
- Cordeiro de Azeredo, H. M.; Henrique C. M. L.; McHugh, T. H. *Nanocomposites in Food Packaging. A Review, Advances in Diverse Industrial Applications of Nanocomposites*. Boreddy Reddy; InTech: Shanghai, 2012, 57-78.
- De Melo, C.; Garcia, P. S.; Grossman, M. V. E.; Yamashita, F.; Antonia, L. H. D.; Mali, S. Properties of Extrude Xanthan-Starch-Clay Nanocomposite Films. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **2011**, 6, 54, 1223-1333.
- Dewi, E. N.; Darmanto, YS.; Ambariyanto. Characterization and Quality of Semi Refined Carrageenan (Scr) Products From Different Coastal Waters Based on Fourier Transform Infrared Technique. *Journal of Coastal Development*. **2012**, 1, 16, 25-31.

- Dien, S. A. Modifikasi Permukaan Plastik Menggunakan Nanopartikel Au dan Studi Aplikasinya Sebagai Sensor Oksigen. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indonesia, Jakarta, 2011.
- Diharni, A.; Ferdiaz, D.; Andarwulan, N.; Heruwati, E. S. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Eucheuma spinosum* (Alga merah) dari Perairan Sumenep Madura. *J. Perikanan dan Kelautan*. **2011**, 16, 1, 117-124.
- Distantina, S.; Fadilah; Rochmadi; Fahrurrozi, M.; Wiratni. Proses Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii*. *Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. **2010**.
- Dhanapal, A.; Sasikala P.; Rajamani, L.; Kavitha V.; Yazhini G.; Banu, M.S. Edible Films From Polysaccharides. *Food Science and Quality Management*. **2012**, 3, 9-17.
- Fatimah, Is. Composite of TiO₂-montmorillonite from Indonesia and Its photocatalytic Properties in Methylene Blue and *E.coli* Reduction. *J. Mater. Environ. Sci*. **2012**, 3, 5, 983-992.
- Fessenden R. J; Fessenden J. S. *Kimia Organik*, Edisi Ketiga. (diterjemahkan oleh: Aloysius H. P.). Erlangga: Jakarta, 1986.
- Hall, S.R. *Biotemplating (Complex Structure From Natural Materials)*, Imperial College Press: Singapore, 2009.
- Handito, D. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. *Agrotikos*. **2011**, 2-3, 21, 151-157.
- Hoorweg, D.; Tata, P. B. *What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management*; World Bank: Washington, USA, 2012.
- Imeson, A. P. Carrageenan. In *Handbook of Hydrocolloids: Woodhead Publishing in Food Science and Technology*; Phillips, G. O; Williams, P. A., Ed.; CRC Press LLC: North America, 2000.
- Irianto, H. E.; Darmawan, M.; Mindarwati, E. Pembuatan *Edible Film* dari Komposit Karagenan, Tepung Tapioka dan Lilin Lebah (*Beeswax*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. **2006**, 2, 1, 93-102.
- Jose, J. P.; Malhotra, S. K.; Thomas, S.; Joseph, K.; Goda, K.; Sreekala, M. S. Advances in Polymer Composites: Macro and Microcomposites State of the Art, New Challenges, and Opportunities. In *Polymer Composites*; Thomas, S.; Joseph, K.; Malhotra, S. K.; Goda, K.; Sreekala, M. S., Ed.; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 2012.



- Jung, H. M.; Lee, E. M.; Ji, B. C.; Schin, S. O.; Ghim, H. D.; Cho, H.; Han, Y. A.; Choi, J. H.; Yun, J. D.; Yeum, J. H. Preparation of Poly (Vinyl Acetate)/Clay and Poly (Vinyl Acetate/Poly (Vinyl Alcohol)/Clay Microspheres, *Fibers Poly.* 2006, 7, 229-234.
- Khopkar, S. M. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* (diterjemahkan oleh: A. Saptorahardjo). UII-Press: Yogyakarta, 2008.
- Krisna, D. D. A. Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan *Edible Film* dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp.*). Tesis. Program Studi Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- Larotonda, Fábio D. S. Biodegradable Films and Coatings Obtained From Carrageenan From *Mastocarpus stellatus* and Starch From *Quercus suber*. Thesis. Department of Chemical Engineering, University of Porto, Porto, 2007.
- Lee, S.-Y; Wan V.C.H. 2005. Edible Films and Coatings. In *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*; Y.H. Hui, Ed.; Crc Pr I Lic. 135.
- Makfoeld, D. *Kamus Istilah Pangan dan Nutrisi*; Kanisius: Yogyakarta, 2002, 164.
- McHugh, T. H.; J. M. Krochta. (dalam Anggraeni, 2002). Sorbitol Vs Glycerol-Platicized Whey Protein Edible Film Integrated O₂ Permeability and Tensile Property Evaluation. *J. Agric and Food Chem.* **1994**, 42, 4, 841-845.
- Milani, J.; Maleki, G. Hydrocolloids in Food Industry. In *Food Industrial Processes-Methods and equipment*; Valdez, B. Ed.; InTech: Croatia, 2012, 17-38.
- Mindarwati, E. Kajian Pembuatan *Edible Film* Komposit dari Karagenan Sebagai Pengemas Bumbu Mie Instant Rebus. Tesis. Program Studi teknologi Pasca Panen, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.
- Morris, M. C.; McMurdie, H. F.; Evans, E. H. *Standard X-Ray Difrraction Powder Patterns Section 18 Data for 58 Substances*; National Bureau of Standars: Washington, 1981.
- Motlagh, M. M. K.; Youzbashi, A. A.; Rigi, Z. M. Effect Ofacid Activation on Structuraland Bleaching Properties Ofabentonite. *Iranian Journal of Materials Science & Engineering.* **2011**, 4, 8, 50-56.
- Murray, H. H. *Applied Clay Mineralogy: Occurences, Processing and Aplication of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite and Commons Clays.* 1th ed; Elsevier: Amsterdam, 2007.

- Necas J.; Bartisikova, L.. Carrageenan. *Veterinari Medicina*. **2013**, 58, 4, 187-205.
- Ningwulan, M. P. S. Pembuatan Biokomposit *Edible Film* dari Gelatin/*Bacterial Cellulose Microcrystal* (BCMC): Variasi Konsentrasi Matriks, *Filler*, dan Waktu Sonikasi. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta, 2012.
- Nugraha, I.; Somantri, A. Karakterisasi Bentonit Alam Indonesia Hasil Pemurnian dengan Menggunakan Spektroskopi IR, XRD dan SSA. *Prosiding Seminar Nasional Kimia: Peran Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Rangka Mencapai Kemandirian Bangsa*: Yogyakarta, 2013. 441-448.
- Nurjannah, W. Isolasi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut *Sargassum sp.* untuk Pembuatan *Biodegradable Film* Komposit Alginat Tapioka. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2004.
- Pavia, D.L.; Lampman, G.M.; Kriz, G.S. *Introduction to Spectroscopy: a Guide for Students of Organic Chemistry*, 3rd ed; Thomson Learning Inc.: Bellingham (USA), 2001.
- Pavlat, A. E.; William Orts. *Edible Films and Coatings: Why, What, and How?*. In *Edible Films and Coatings for Food Applications*; Embuscado, M. E.; Hubber, K. C. Ed.; Springer Science + Business Media: New York, 2009, 1-23.
- Pudjiastuti, W.; Listyarini, A.; Sudirman. Polimer Nanokomposit Sebagai *Master Batch* Polimer *Biodegradable* untuk Kemasan Makanan. *J. Riset Industri*. **2012**, 1, VI, 51-56.
- Rachmawati, A. K. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Cincau Hijau (*Premna oblongifolia*. Merr) untuk Pembuatan *Edible Film*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2009.
- Rahman, A. Sintesis Nanokomposit Poliester-Lempung Berbahan Baku Organolempung dari Bentonit Indonesia. Tesis. Program Studi Ilmu Kimia, Jurusan IPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2008.
- Ray, S. S.; Okamoto, M. Polymer/Layered Silicate Nanocomposite: a Review From Preparation to Processing. *Progress in Polymer Science*. **2003**, 28, 1539-1641.
- Ridawati; Alsuhehndra; Wardhini, I. S. Microbial and Sensory Quality of Beef Rollade Coating with Modified Canna Edulis Starch Edible Film Incorporated with Cumin (*Cuminum cyminum*) Oil. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2011.
- Sastroamidjojo, H. *Spektroskopi*; Liberty: Yogyakarta, 2007, 45.




- Sedyadi, E. Plastik Nanokomposit Kitosan-Lempung-TiO₂. Tesis. Program Studi S2 Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2012.
- Shipp, D. A. *Polymer-Layered Silicate Nanocomposites*. Clarkson University, Potsdam; Elsevier B.V. All rights reserved: NY, USA, 2010.
- Siracusa, V. Food Packaging Permeability Behavior. *International Journal of Polymer Science*, **2012**, 1-12.
- Skudlarek, J. R. G. Antimicrobial Efficacy of Edible Soy Protein Isolate Films and Coatings Incorporated with Hop Ethanol Extract and The Influence on Shelf-Life and Sensory Attributes of Bologna. Thesis and Disertations—Animal and Food Sciences, University of Kentucky, Lexington, 2012.
- Skurtys O.; Acevedo C.; Pedreschi F.; Enrione J.; Osorio F.; Aguilera J. M. Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. Department of Food Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, 2009.
- Stiller, B. The Effect of Montmorillonite Nanoclay on Mechanical and Barrier Properties of Mung Bean Starch Films. Thesis. Master of Science Packaging Science. Clemson University, Clemson, South Carolina, 2008. 1-78.
- Sumardjo, D. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata Fakultas Bioeksakta*; EGC: Jakarta, 2006, 265.
- Sumerta, K.; Karna W.; Iqmal T. Fotodegradasi Metilen Biru Menggunakan Katalis TiO₂-Montmorilonit dan Sinar UV. *Makalah pada Seminar Nasional Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia FMIPA*, Universitas Negeri Yogyakarta, 2002.
- Syuhada; Wijaya, R.; Jayatin; Rohman, S. Modifikasi Bentonit (Clay) Menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. 2009, 1, 2, 48-51.
- Tamaela, P.; Lewerissa, S. Karakteristik *Edible Film* dari Karagenan. *Ichtyos*. **2008**, 1, 7, 27-30.
- Tan, K. H. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. (diterjemahkan oleh: Didiek Hadjar Goenadi); Gajah Mada University Press: Yogyakarta, 1991.
- Ulfiah. Pencirian *Edible Film* Tepung Tapioka Terplastisasi Gliserol dengan Penambahan Natrium Alginat. Skripsi. Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2013.
- Waldi, J. Pembuatan Bioplastik Poli-B-Hidroksialkanoat (PHA) yang Dihasilkan oleh *Rastonia Eutropha* Pada Substrat Hidrolisat Pati Sagu dengan

- Pemlastis Isopropil Palmitat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- Warsiki E.; Sianturi, J.; Sunarti, T. C. Evaluasi Sifat Fisis-Mekanis dan Permeabilitas Film Berbahan Kitosan. *J. Tek. Ind. Pert.* **2012**, 3, 21, 139-145.
- West, A. R. *Solid State Chemistry and its 'Applications*; John Willey and Sons, Ltd: New York, 1984.
- Widyasari, R. Kajian Penambahan Onggok Termoplastis Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2010.
- Winarno, F. G. *Kimia Pangan dan Gizi*; PT Gramedia Pustaka Umum: Jakarta, 1997.
- Wirawan, S. K.; Prasetya, A.; Ernie. Pengaruh *Plasticizer* Pada Karakteristik *Edible Film* dari Pektin. *Reaktor.* **2012**, 1, 14, 61-67.


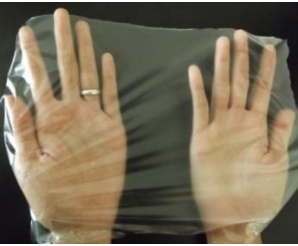

Lampiran 1. Deskripsi Mutu *Edible Film* dengan Variasi Konsentrasi Karagenan




No	Perlakuan		<i>Edible film</i>	Deskripsi
	Karagenan	Gliserol		
1	1,0%	1,0%	-	Larutan film sangat encer, bening, film sangat tipis, mudah robek, sukar dikelupas dari cetakan
2	2,0%	1,0%		Larutan film tidak terlalu encer, bening, film tidak terlalu tipis, mudah dikelupas dari cetakan, lengket, dan transparan
3	3,0%	1,0%		Larutan film kental, tidak bening, film tebal, mudah dikelupas dari cetakan, rapi, tidak lengket, dan transparan

Lampiran 2. Deskripsi Mutu *Edible Film* dengan Variasi Konsentrasi Gliserol

No	Perlakuan		<i>Edible film</i>	Deskripsi
	Karagenan	Gliserol		
1	3,0%	1,0%		Larutan film kental, tidak bening, film tebal, mudah dikelupas dari cetakan, rapi, tidak lengket, dan transparan
2	3,0%	1,5%		Larutan film kental, tidak bening, film lebih tebal, mudah dikelupas dari cetakan, rapi, tidak lengket, dan transparan
3	3,0%	2,0%		Larutan film sangat kental, tidak bening, film lebih tebal, mudah dikelupas dari cetakan, rapi, tidak lengket, transparan, dan higroskopis

Lampiran 3. Deskripsi Mutu *Edible Film* dengan Variasi Konsentrasi Montmorilonit

No	Perlakuan			<i>Edible film</i>	Deskripsi
	Karagenan	Gliserol	MMT		
1	3,0%	1,5%	0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan
2	3,0%	1,5%	1,0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan.
3	3,0%	1,5%	2,0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan

4	3,0%	1,5%	3,0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan
5	3,0%	1,5%	4,0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan
6	3,0%	1,5%	5,0%		Larutan film kental, berwarna krem, film tebal, mudah dikelupas, tidak lengket, rapi, dan tidak transparan

Lampiran 4. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (2 : 1)

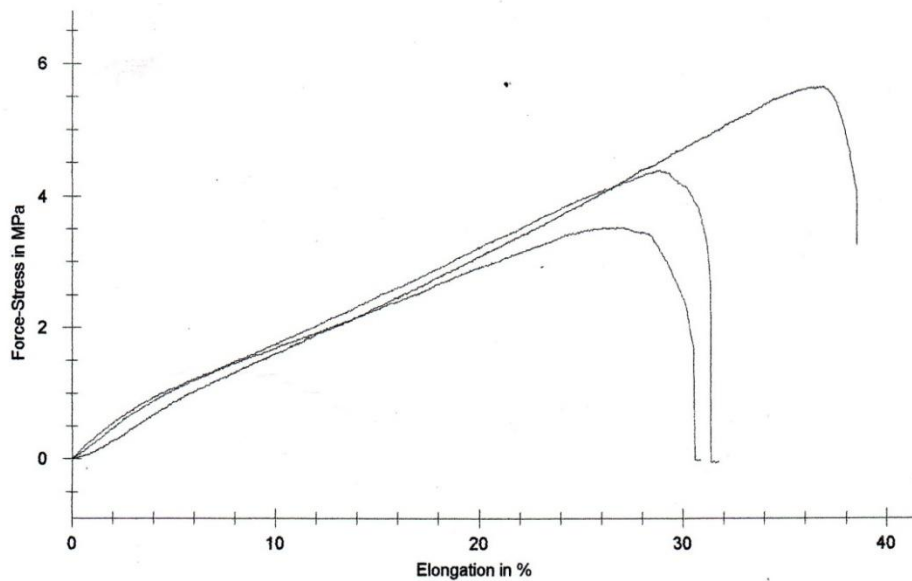
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name :	Test standard :	tensile strength
Customer : Ulfa	Material :	K G 2;1
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.045	5	50	0.9876	4.3892	28.8096
2	0.041	5	50	0.7237	3.5303	26.2295
3	0.041	5	50	1.1585	5.6510	36.7162

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.04233	5	50	0.9566	4.5235	30.5851
s	0.002309	0.000	0.000	0.2190	1.0667	5.4641
v	5.46	0.00	0.00	22.90	23.58	17.87

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\varepsilon)} \\ &= \frac{4,524 \text{ Mpa}}{0,306} = 14,784 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (3 : 1)

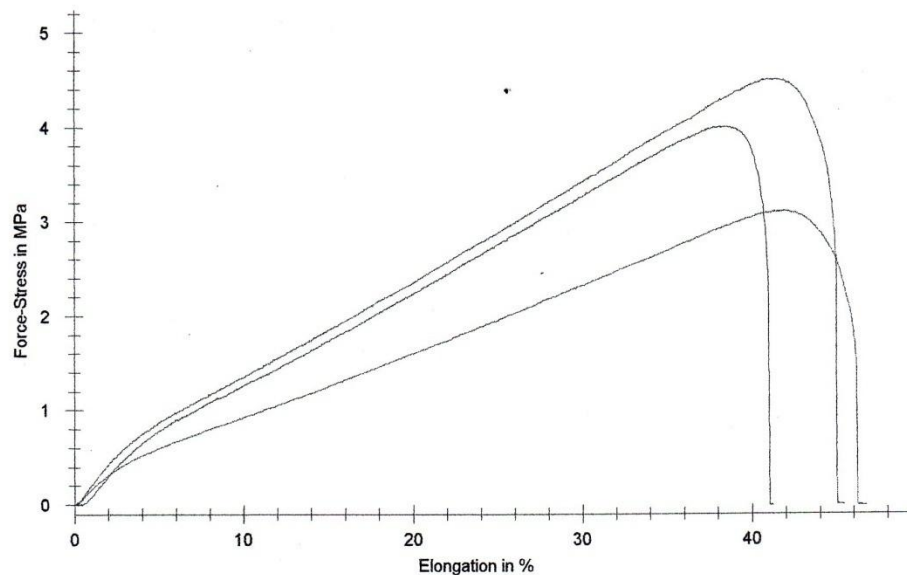
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name :	Test standard :	tensile strength
Customer : Ulfa	Material :	KG 3:1
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.09	5	50	1.3972	3.1049	41.8945
2	0.07	5	50	1.5739	4.4969	40.9262
3	0.07	5	50	1.3989	3.9967	38.1014

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.07667	5	50	1.4567	3.8662	40.3073
s	0.01155	0.000	0.000	0.1016	0.7052	1.9708
v	15.06	0.00	0.00	6.97	18.24	4.89

$$\text{Modulus Elastisitas (E)} = \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)}$$

$$= \frac{3,866 \text{ Mpa}}{0,403} = 9,593 \text{ MPa}$$

Lampiran 6. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (3 : 1,5)

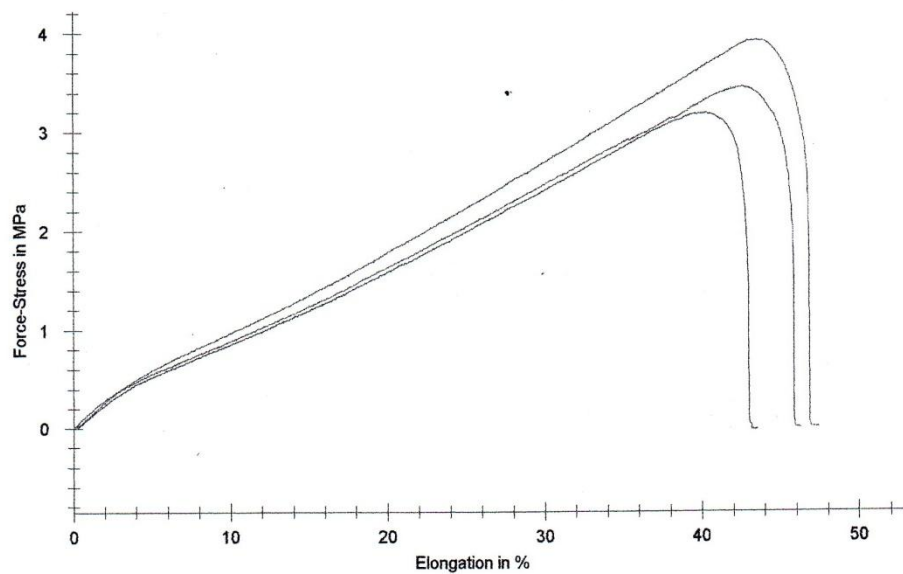
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name:	Test standard :	tensile strength
Customer : Ulfa	Material :	KG 3: 1,5
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.087	5	50	1.7066	3.9231	43.5017
2	0.093	5	50	1.6069	3.4556	42.6557
3	0.081	5	50	1.2919	3.1898	40.3534

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.087	5	50	1.5351	3.5229	42.1703
s	0.006	0.000	0.000	0.2165	0.3713	1.6293
v	6.90	0.00	0.00	14.10	10.54	3.86

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{3,523 \text{ Mpa}}{0,422} = 8,348 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 7. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Perbandingan Karagenan : Gliserol (3 : 2)

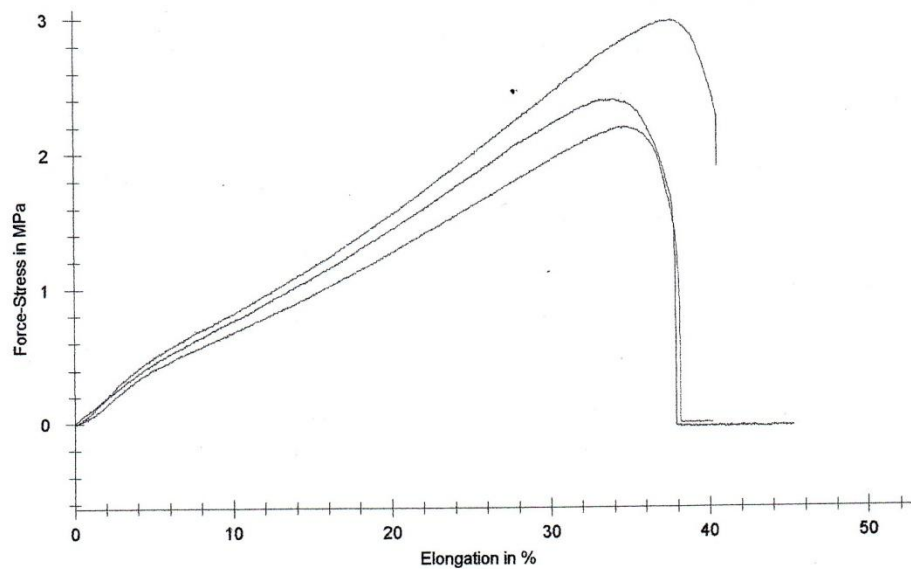
Parameter table:

Heading :	Tester : rachmat
Company name:	Test standard : tensile strength
Customer : Ulfa	Material : KG 3: 2
Test speed: 10 mm/min	

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.08	5	50	1.1922	2.9804	37.6650
2	0.085	5	50	0.9316	2.1920	34.4003
3	0.085	5	50	1.0179	2.3951	33.5747

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.08333	5	50	1.0472	2.5225	35.2133
s	0.002887	0.000	0.000	0.1327	0.4093	2.1630
v	3.46	0.00	0.00	12.67	16.23	6.14

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{2,523 \text{ Mpa}}{0,352} = 7,168 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 8. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Konsentrasi Montmorilonit 1,0%

Parameter table:

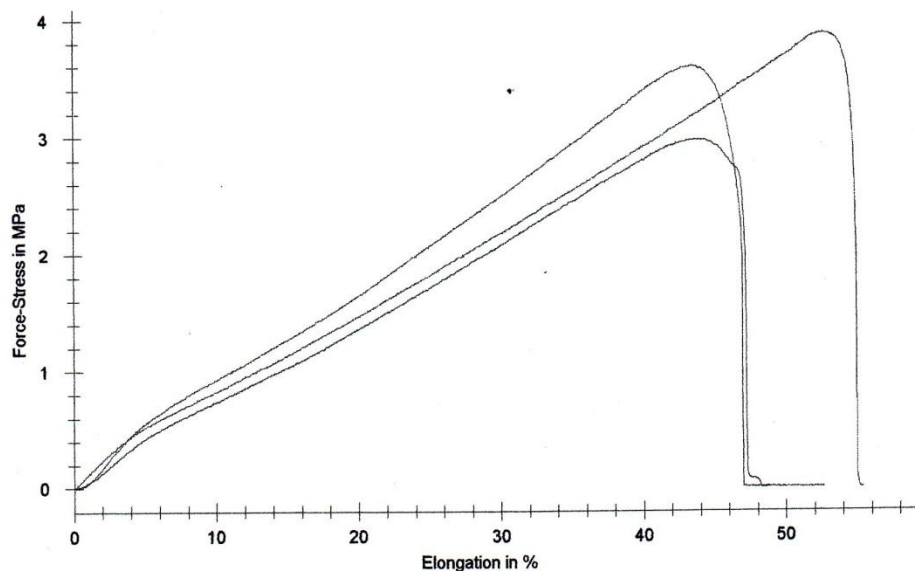
Heading :
 Company name:
 Customer : Uifa
 Test speed: 10 mm/min

Tester : rachmat
 Test standard : tensile strength
 Material : 1% MMT

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.09	5	50	1.6208	3.6017	43.4877
2	0.091	5	50	1.7631	3.8750	52.6838
3	0.101	5	50	1.5010	2.9722	43.6757

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.094	5	50	1.6283	3.4830	46.6157
s	0.006083	0.000	0.000	0.1312	0.4630	5.2560
v	6.47	0.00	0.00	8.06	13.29	11.28

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{3,483 \text{ Mpa}}{0,466} = 7,474 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 9. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Konsentrasi Montmorilonit 2,0%

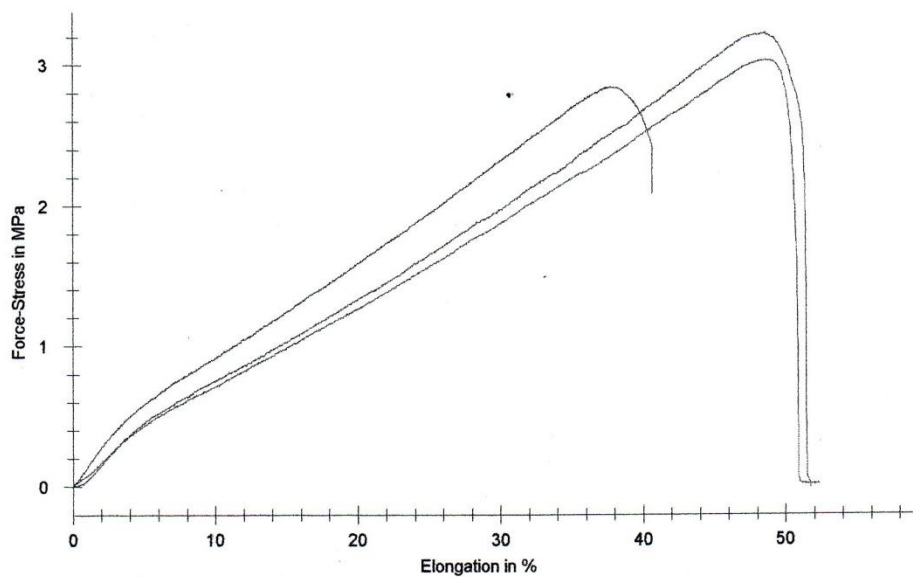
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name :	Test standard :	tensile strength
Customer : Ulfa	Material :	2% MMT
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.098	5	50	1.4851	3.0307	48.6066
2	0.082	5	50	1.3192	3.2176	48.6555
3	0.082	5	50	1.1651	2.8417	37.7624

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.08733	5	50	1.3231	3.0300	45.0082
s	0.009238	0.000	0.000	0.1600	0.1879	6.2751
v	10.58	0.00	0.00	12.09	6.20	13.94

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{3,030 \text{ Mpa}}{0,450} = 6,733 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 10. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Konsentrasi Montmorilonit 3,0%

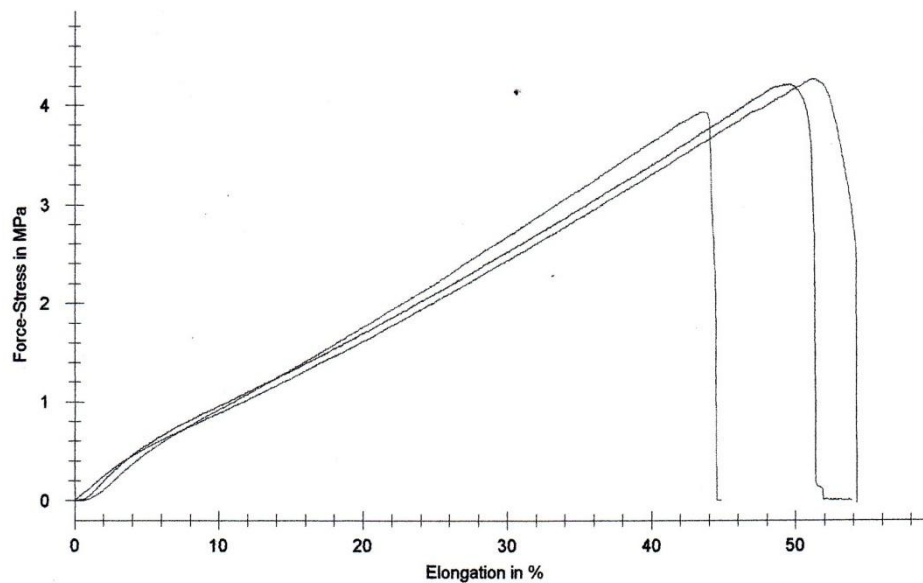
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name :	Test standard :	tensile strength
Customer : Ufa	Material :	3% MMT
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.114	5	50	2.2439	3.9367	43.6377
2	0.11	5	50	2.3478	4.2687	51.3172
3	0.099	5	50	2.0839	4.2100	49.5781

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.1077	5	50	2.2252	4.1385	48.1777
s	0.007767	0.000	0.000	0.1329	0.1772	4.0268
v	7.21	0.00	0.00	5.97	4.28	8.36

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{4,139 \text{ Mpa}}{0,482} = 8,587 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 11. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Konsentrasi Montmorilonit 4,0%

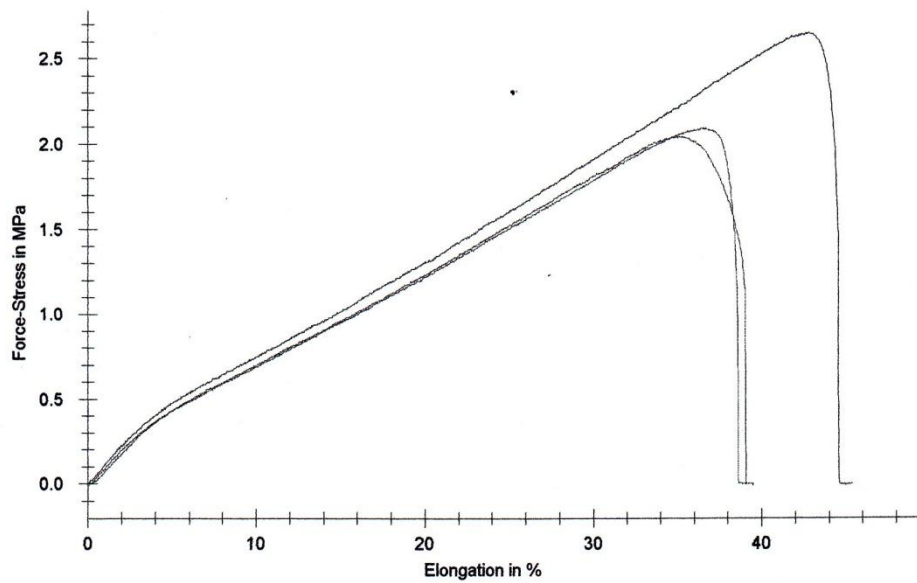
Parameter table:

Heading :	Tester :	rachmat
Company name :	Test standard :	tensile strength
Customer : Ufa	Material :	4% MMT
Test speed: 10 mm/min		

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.11	5	50	1.1517	2.0940	36.6609
2	0.11	5	50	1.1249	2.0453	34.9467
3	0.099	5	50	1.3108	2.6482	42.7853

Series graphics:



Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.1063	5	50	1.1958	2.2625	38.1310
s	0.006351	0.000	0.000	0.1005	0.3349	4.1209
v	5.97	0.00	0.00	8.41	14.80	10.81

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{2,263 \text{ Mpa}}{0,381} = 5,940 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 12. Hasil Pengukuran Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dengan Konsentrasi Montmorilonit 5,0%

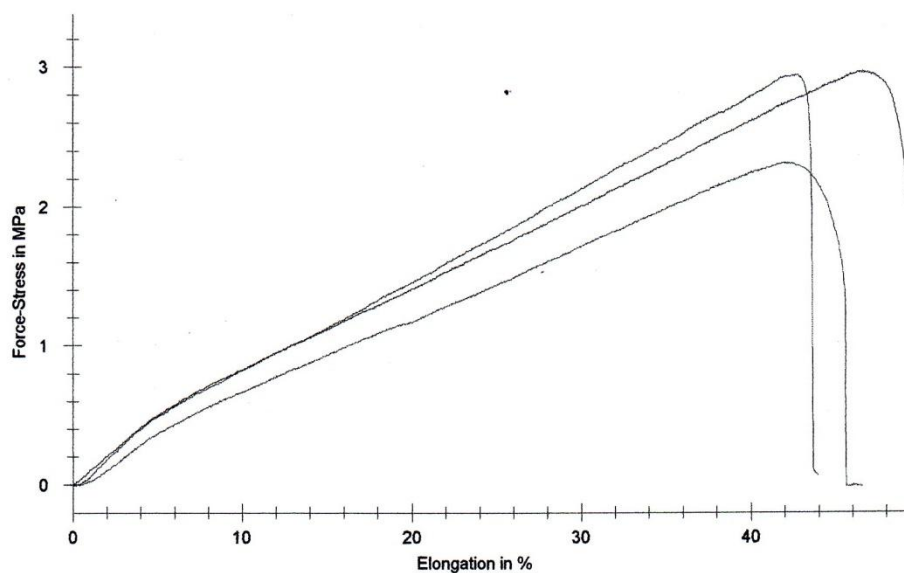
Parameter table:

Heading :	Tester : rachmat
Company name:	Test standard : tensile strength
Customer : Ulfa	Material : 5% MMT
Test speed: 10 mm/min	

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
1	0.09	5	50	1.0403	2.3118	41.9901
2	0.09	5	50	1.3242	2.9428	42.7337
3	0.092	5	50	1.3644	2.9662	46.6274

Series graphics:



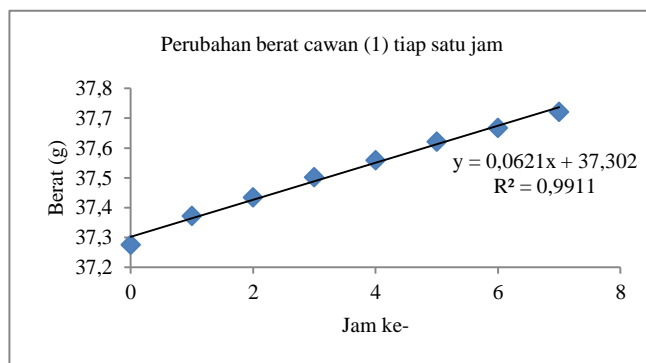
Statistics:

Series n = 3	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.09067	5	50	1.2430	2.7402	43.7837
s	0.001155	0.000	0.000	0.1767	0.3712	2.4906
v	1.27	0.00	0.00	14.21	13.55	5.69

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{\text{Kuat Tarik } (\sigma)}{\% \text{ Pemanjangan } (\epsilon)} \\ &= \frac{2,740 \text{ Mpa}}{0,438} = 6,256 \text{ MPa} \end{aligned}$$

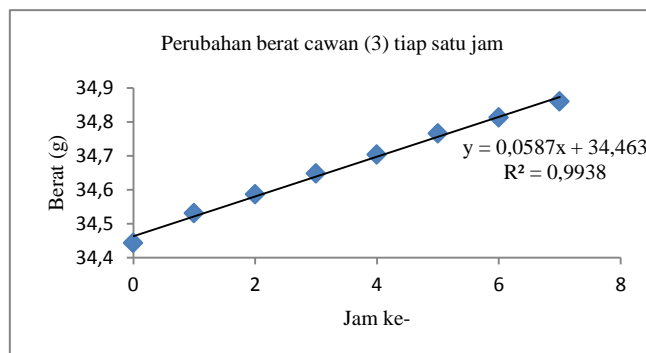
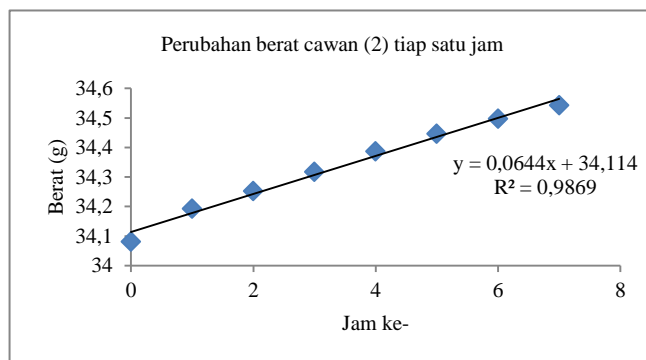
Lampiran 13. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 0% (*Edible Film* Sebagai Kontrol)

Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	37,2753	34,0803	34,4425
1	37,3719	34,1921	34,5301
2	37,4342	34,2517	34,5863
3	37,5019	34,3167	34,6475
4	37,5592	34,3859	34,7032
5	37,6215	34,4457	34,7659
6	37,6675	34,4964	34,8126
7	37,7215	34,5422	34,8604



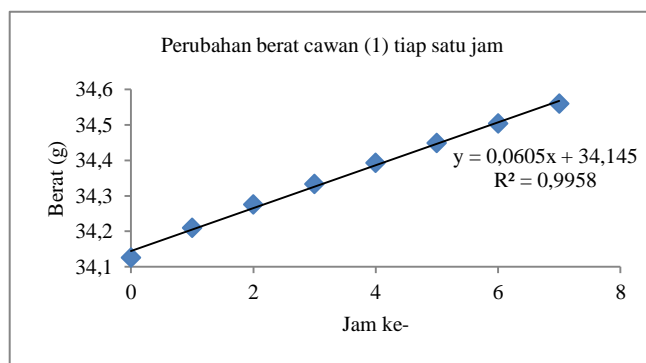
$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan } (\frac{\text{g}}{\text{jam}})}{\text{luas permukaan film } (\text{m}^2)}$$

$$= \frac{0,0613 (\frac{\text{g}}{\text{jam}})}{0,0049 (\text{m}^2)} = 12,5102 \frac{\text{g}}{\text{jam m}^2}$$



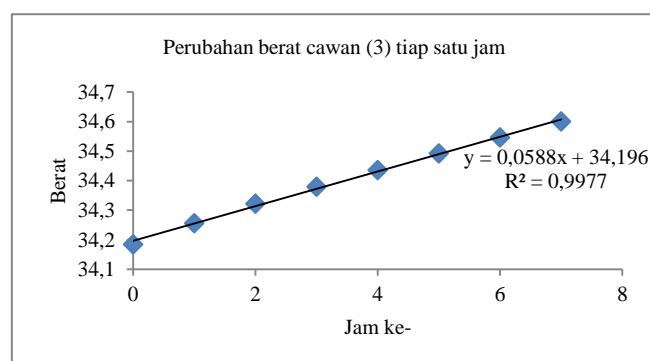
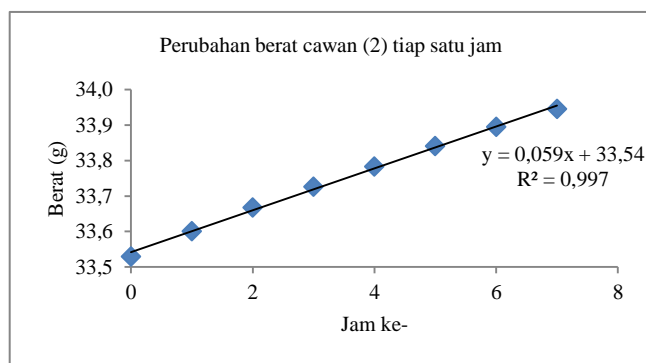
Lampiran 14. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 1,0%

Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	34,1261	33,5292	34,1841
1	34,2101	33,6007	34,255
2	34,2756	33,6675	34,3221
3	34,3337	33,7259	34,3791
4	34,3926	33,7828	34,4357
5	34,4491	33,841	34,4918
6	34,5037	33,8952	34,5462
7	34,5599	33,9461	34,6006



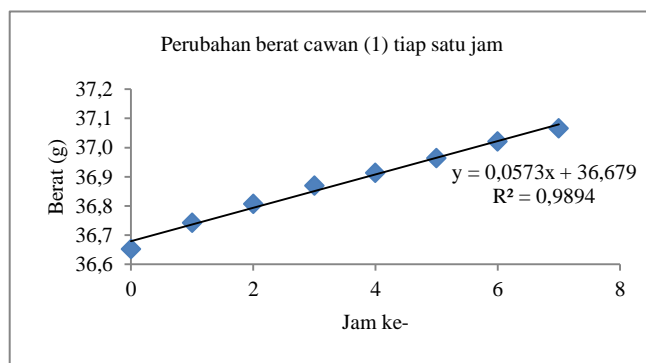
$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan } (\frac{\text{g}}{\text{jam}})}{\text{luas permukaan film } (\text{m}^2)}$$

$$= \frac{0,059 (\frac{\text{g}}{\text{jam}})}{0,0049 (\text{m}^2)} = 12,0408 \frac{\text{g}}{\text{jam m}^2}$$

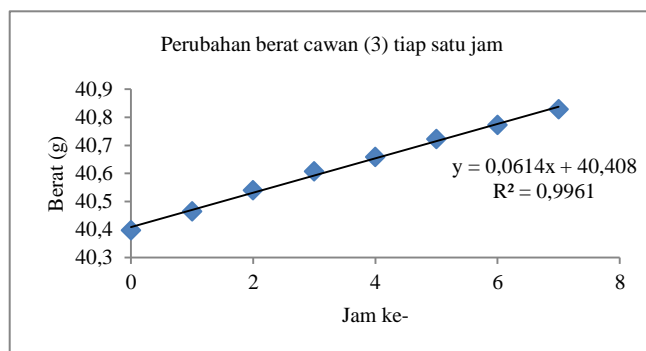
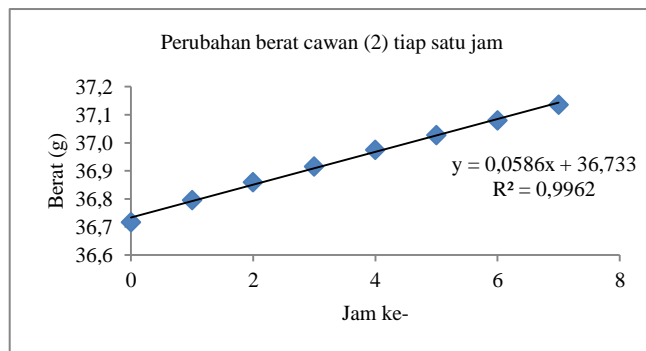


Lampiran 15. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 2,0%

Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	36,6518	36,7167	40,3965
1	36,742	36,7958	40,4639
2	36,8063	36,8597	40,5394
3	36,8692	36,9153	40,6063
4	36,9128	36,9753	40,6575
5	36,9641	37,0274	40,7218
6	37,0211	37,0805	40,7715
7	37,0663	37,1359	40,828

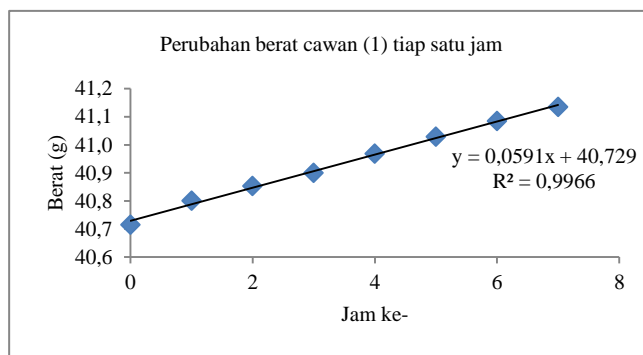


$$\begin{aligned}
 \text{WVTR} &= \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{0,0587 \text{ (g/jam)}}{0,0049 \text{ (m}^2\text{)}} = 11,9796 \text{ g/jam m}^2
 \end{aligned}$$



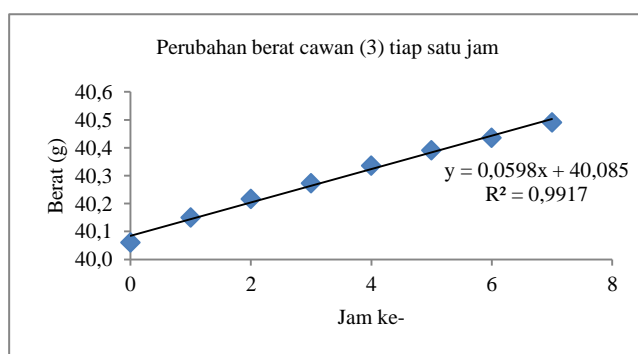
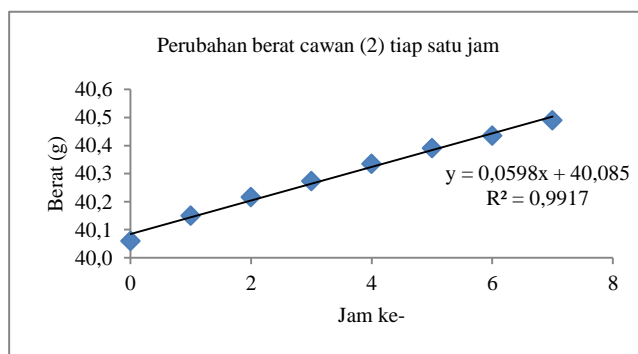
Lampiran 16. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 3,0%

Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	40,7146	40,0603	40,0603
1	40,7998	40,1502	40,1502
2	40,8527	40,2164	40,2164
3	40,8995	40,2731	40,2731
4	40,9687	40,3355	40,3355
5	41,0283	40,3906	40,3906
6	41,0846	40,4355	40,4355
7	41,1349	40,4906	40,4906



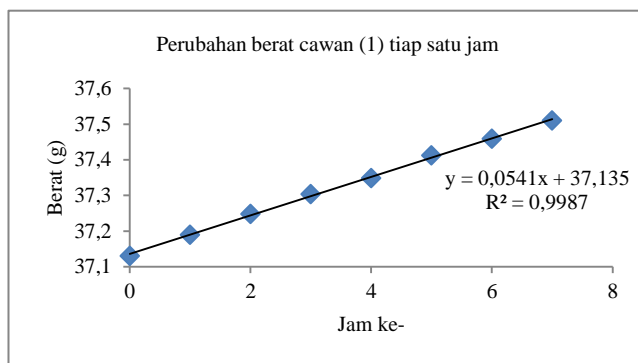
$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}}$$

$$= \frac{0,0587 \text{ (g/jam)}}{0,0049 \text{ (m}^2\text{)}} = 11,9796 \text{ g/jam m}^2$$



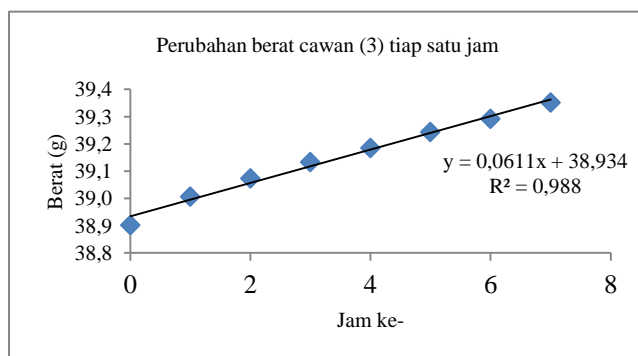
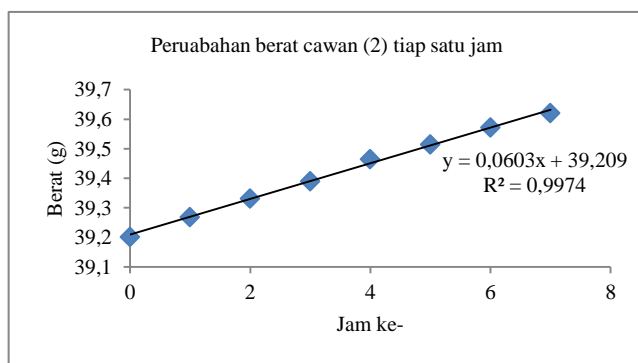
Lampiran 17. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 4,0%

Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	37,1296	39,2018	38,9022
1	37,1893	39,269	39,0065
2	37,2479	39,3317	39,073
3	37,3035	39,3904	39,1331
4	37,348	39,4649	39,1854
5	37,4124	39,5142	39,2432
6	37,4586	39,5714	39,2913
7	37,51	39,6206	39,3521



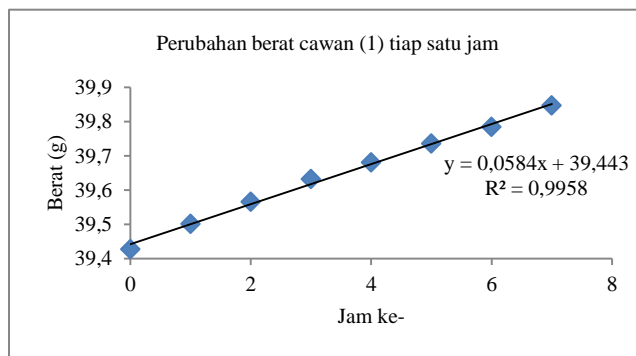
$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}}$$

$$= \frac{0,0583 \text{ (g/jam)}}{0,0049 \text{ (m}^2\text{)}} = 11,8980 \text{ g/jam m}^2$$



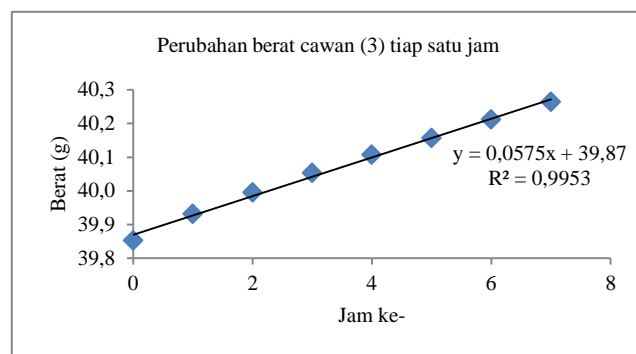
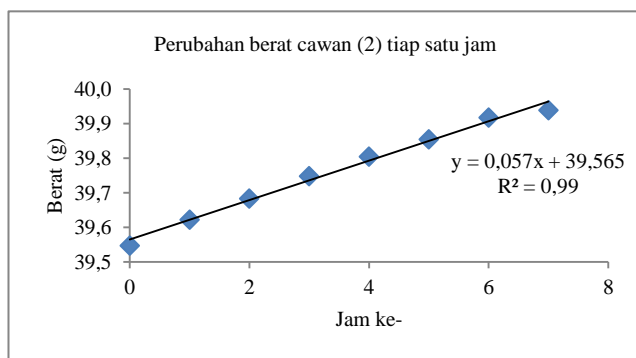
Lampiran 18. Uji WVTR *Edible Film* Komposit dengan Konsentrasi Montmorilonit 5,0%

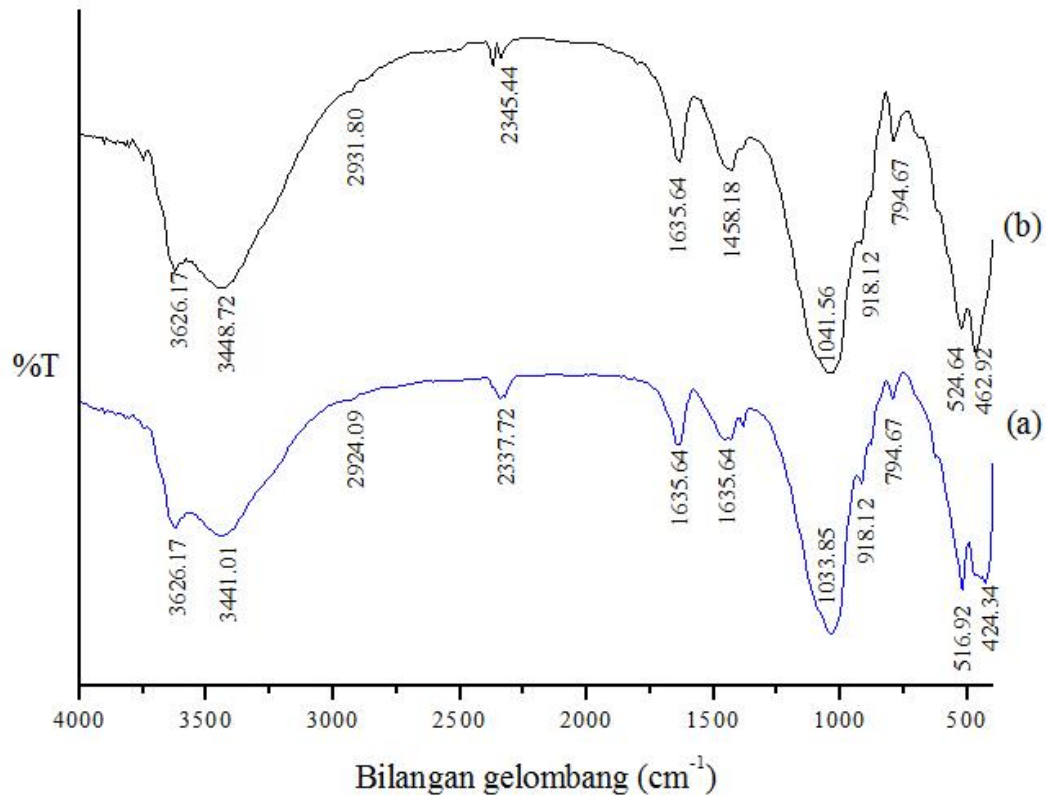
Jam ke-	perubahan berat cawan (g)		
	cawan 1	cawan 2	cawan 3
0	39,4276	39,547	39,8519
1	39,5016	39,6216	39,9305
2	39,5665	39,6827	39,9945
3	39,6325	39,7478	40,0524
4	39,6811	39,8041	40,1072
5	39,736	39,8542	40,1559
6	39,7845	39,9174	40,2116
7	39,8471	39,9384	40,2641

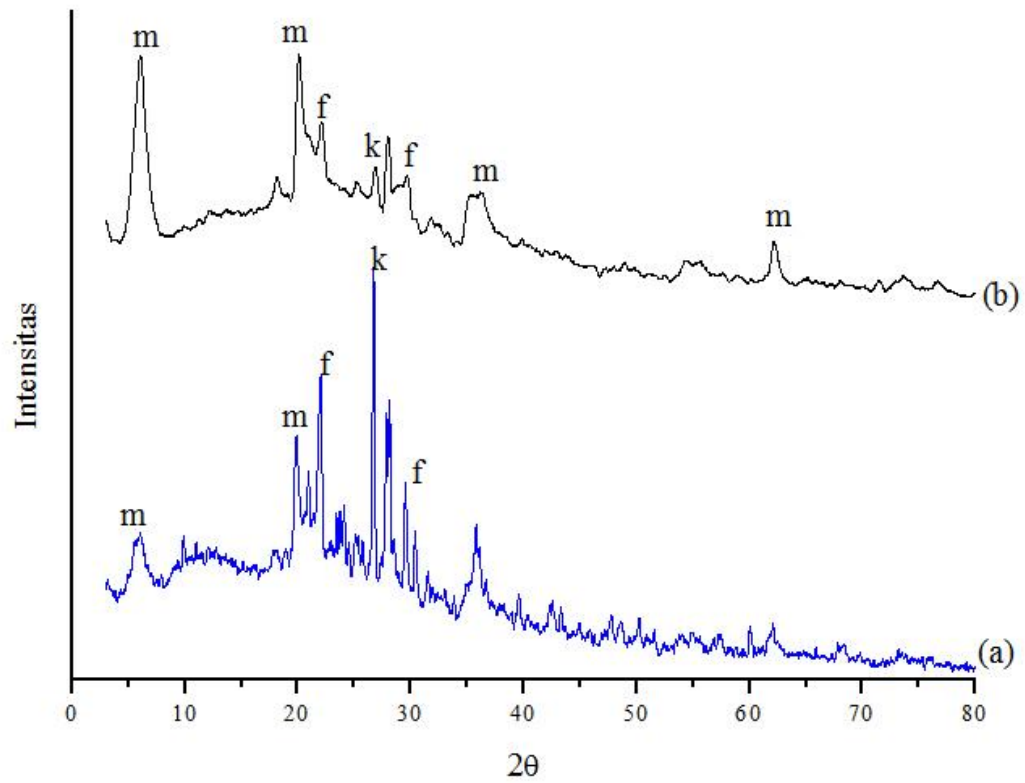


$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}}$$

$$= \frac{0,0573 \text{ (g/jam)}}{0,0049 \text{ (m}^2\text{)}} = 11,6939 \text{ g/jam m}^2$$



Lampiran 19. Spektra FTIR Montmorilonit Sebelum dan Sesudah *Siphoning*(a) Montmorilonit Sebelum *Siphoning* dan (b) Montmorilonit Setelah *Siphoning*

Lampiran 20. Difraktogram Montmorilonit Sebelum dan Sesudah *Siphoning*

(a) Montmorilonit Sebelum *Siphoning* dan (b) Montmorilonit Setelah *Siphoning* (m= montmorilonit, f= feldspar, k= kuarsa)