

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM PALMITAT PADA
KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI TEPUNG PATI BIJI
MELINJO (*Gnetum gnemon L.*) SEBAGAI PENGHAMBAT LAJU
TRANSMISI UAP AIR**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana
Sains (S.Si.) Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta



diajukan oleh :

YANTI APRIANI

No Mhs : 16612029

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yanti Apriani

NIM : 16612029

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ASAM PALMITAT PADA KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI TEPUNG PATI BIJI MELINJO (*Gnetum gnemon L.*) SEBAGAI PENGHAMBAT LAJU TRANSMISI UAP AIR”** bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali yang disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini.

Apabila kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 07 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



Yanti Apriani

NIM. 16612029

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, saya persembahkan karya sederhana ini untuk :

- Orang pertama yang telah memberikan pendidikan kepada saya, orang tua yang begitu besar perjuangannya untuk anaknya ini; Bapak Koyon dan Ibu Wawat Wati, terimakasih banyak atas segala do'a dan kasih sayang, saya menyayangi kalian, dan sangat ☺ Do'akan dan ridhoi terus anakmu ini ya agar dapat menjadi manusia yang bermanfaat untuk makhluk di Bumi.
- Saudara-saudara kandung dan saudara di perantauan yang saya sayangi. Terimakasih banyak telah menjadi teman yang baik selama di Yogyakarta. Semoga Allah mudahkan langkah kita kedepannya.
- Saudara-saudara seiman yang selalu mendukung dengan arahan dan nasihat

Semoga karya ini menjadi manfaat untuk kedepannya.

MOTTO

- Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku, dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam [QS. Al An'am : 162]
- Sesungguhnya orang yang paling mulia di sisi Allah ialah orang yang paling bertaqwa [QS. Al Hujurat :13]
- Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui [Al-Baqarag : 216]
- Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain [HR. Ahmad]

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah hirobbil'alamiin, penulis hanturkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Asam Palmitat Pada Karakteristik *Edible film* Dari Tepung Biji Melinjo Sebagai Penghambat Laju Transmisi Uap Air”. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada *Akhiirul anbiyaa' Nabiyallah* Muhammad ﷺ beserta keluarga, sahabat daan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi adalah salah satu mata kuliah wajib bagi mahasiswa semester VIII Program Studi S-1 untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si). Laporan ini merupakan laporan dari penelitian yang telah dilakukan selama 5 bulan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh *edible film* dari biji melinjo yang memiliki nilai laju transmisi uap air yang kecil dengan adanya penambahan asam palmitat.

Skripsi ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Dr. Dwiarso Rubiyanto, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia,
3. Ibu Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama melakukian perencanaan, penelitian hingga penulisan skripsi ini.

4. Ibu Amri Setyawati, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 2 yang dengan segenap ilmunya turut membangun dan membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini
5. Kedua orang tua, Ibu Wawat Wati dan Bapak Koyon yang selalu memberikan do'a serta dukungan penuh terhadap penulis.
6. Rekan seperjuangan, yang senantiasa membantu dan saling mendukung dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Serta Pihak – pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu penulis selama ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi ini sangat penulis harapkan dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi diri penulis dan bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum, Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 03 September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Edible film</i>	5
2.2 Laju Transmisi Uap Air	7
BAB III DASAR TEORI.....	9
3.1. <i>Edible film</i>	9
3.2. Komponen Penyusun <i>Edible film</i>	10
3.3. Biji Melinjo.....	12
3.4. Pati	13
3.5. Kitosan.....	14
3.6. Gliserol.....	16
3.7. Asam Palmitat.....	17
3.8. Karakteristik <i>Edible film</i>	18
3.8.1 Kuat tarik dan persen pemanjangan	18
3.8.2 Penyerapan air (<i>swelling</i>) <i>edible film</i>	19

3.8.3 Laju transmisi uap air.....	19
3.8.4 Biodegradasi	20
3.9. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	21
BAB IV METODE PENELITIAN	24
4.1 Alat dan Bahan.....	24
4.1.1 Alat.....	24
4.1.2 Bahan	24
4.2 Cara Kerja	24
4.2.1 Pembuatan tepung pati biji melinjo	24
4.2.2 Pembuatan <i>edible film</i> termodifikasi.....	25
4.3 Karakterisasi <i>Edible film</i>	26
4.3.1 Analisis gugus fungsi dengan FTIR.....	26
4.3.2 Uji mekanik.....	27
4.3.3 Uji penyerapan air <i>edible film</i>	27
4.3.4 Uji laju transmisi uap air.....	28
4.3.5 Uji Biodegradasi	28
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	28
5.1. Pembuatan Tepung Pati Biji Melinjo.....	28
5.2. Pembuatan <i>Edible film</i> Termodifikasi.....	30
5.2.1 Formulasi pendahuluan (<i>edible film</i> variasi gliserol).....	30
5.2.2 Formulasi utama (<i>edible film</i> variasi asam palmitat)	33
5.3 Karakterisasi <i>Edible film</i>	35
5.3.1 Hasil Karakteristik dengan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	35
5.3.2 Hasil Uji Kuat Tarik dan Pemanjangan Putus.....	40
5.3.3 Hasil uji penyerapan air (<i>swelling</i>) <i>edible film</i>	44
5.3.4 Hasil Uji Laju Transmisi Uap Air.....	46
5.3.5 Hasil Uji Biodegradasi.....	47
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	51
6.1 Kesimpulan	51
6.2 Saran	52
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Biji melinjo	13
Gambar 3. 2. Struktur amilosa	14
Gambar 3. 3. Struktur amilopektin.....	14
Gambar 3. 4. Struktur kitosan	15
Gambar 3. 5. Struktur gliserol.....	16
Gambar 3. 6. Struktur asam palmitat	18
Gambar 5. 1. Spektra IR tepung tapioka dan tepung pati biji melinjo	29
Gambar 5. 2. Edible film gliserol.....	31
Gambar 5. 3. <i>Edible film</i> asam palmitat.....	34
Gambar 5. 4. Spektra IR bahan penyusun <i>edible film</i>	35
Gambar 5. 5. Spektra IR asam palmitat dan <i>edible film</i> dengan asam palmitat	36
Gambar 5. 6. Spektra IR <i>edible film</i>	38
Gambar 5. 7. Perkiraan interaksi hidrogen <i>edible film</i> 1.....	39
Gambar 5. 8. Perkiraan interaksi hidrogen <i>edible film</i> 2.....	40
Gambar 5. 9. Grafik nilai kuat tarik <i>edible film</i>	42
Gambar 5. 10. Grafik persen pemanjangan <i>edible film</i>	43
Gambar 5. 11. Grafik <i>swelling</i> (%) <i>edible film</i> variasi asam palmitat	45
Gambar 5. 12. Grafik laju transmisi uap air <i>edible film</i> variasi asam palmitat	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Kandungan gizi biji melinjo.....	13
Tabel 3. 2. Sifat fisika kitosan	16
Tabel 3. 3. Karakteristik gliserol.....	17
Tabel 4. 1. Formulasi pendahuluan (<i>edible film</i> variasi gliserol).....	25
Tabel 4. 2. Formulasi utama (<i>edible film</i> variasi asam palmitat)	26
Tabel 5. 1. Serapan FTIR tepung tapioka dan tepung biji melinjo	30
Tabel 5. 2. Hasil uji kuat tarik dan persen pemanjangan variasi gliserol.....	32
Tabel 5. 3. Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR.....	36
Tabel 5. 4. Daftar gugus fungsi FTIR tanpa penambahan asam palmitat	38
Tabel 5. 5. Daftar gugus fungsi FTIR dengan penambahan asam palmitat	38
Tabel 5. 6. Hasil uji kuat tarik dan persen pemanjangan variasi asam palmitat	41
Tabel 5. 7. Data pengujian ketahanan air (<i>swelling</i>) <i>edible film</i>	45
Tabel 5. 8. Data pengujian laju transmisi uap air <i>edible film</i>	46
Tabel 5. 9. Hasil pengamatan uji biodegradasi <i>edible film</i>	50



**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM PALMITAT PADA
KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI TEPUNG PATI BIJI MELINJO
(*Gnetum gnemon L.*) SEBAGAI PENGHAMBAT LAJU TRANSMISI UAP
AIR**

INTISARI

Yanti Apriani
NIM 16612029

Plastik digunakan secara luas sebagai kemasan makanan dan minuman. Tetapi penggunaan plastik menimbulkan dampak yang tidak baik untuk lingkungan. *Edible film* merupakan alternatif kemasan *biodegradable* yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan formulasi *edible film* dari tepung pati biji melinjo, tepung tapioka, kitosan dan gliserol dengan variasi penambahan asam palmitat 0; 0,06; 0,1; 0,14; 0,18 g. Karakterisasi *edible film* yang diuji meliputi pengujian FTIR, kuat tarik, elongasi, ketahanan air, laju transmisi uap air, dan uji biodegradasi. Hasil karakterisasi *edible film* menunjukkan penambahan asam palmitat dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi serta menurunkan nilai *swelling* (%) dan laju transmisi uap air. Penambahan 0,14 g asam palmitat menghasilkan sifat mekanik terbaik dengan nilai kuat tarik 15,5049 MPa dan elongasi 2,5810%. Nilai *swelling* terbaik pada konsentrasi asam palmitat 0,18 g sebesar 42,84 %, dan nilai laju transmisi uap air terbaik pada konsentrasi asam palmitat 0,14 g sebesar 8,571 g/jam.m². *Edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai plastik dengan sifat mekanik moderat dan telah memenuhi nilai kuat tarik dan transmisi uap air berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*). Kemampuan degradasi plastik bertambah seiring bertambahnya konsentrasi asam palmitat, pada penambahan asam palmitat 0,18 g sampel *edible film* mengalami perubahan fisik ditandai dengan pertumbuhan jamur mencapai sekitar 65% pada hari ke-15.

Kata Kunci : *Edible film* tepung pati biji melinjo, kitosan, asam palmitat, plastik *biodegradable*.

**THE EFFECT OF THE ADDITION OF PALMITIC ACID ON
CHARACTERISTICS EDIBLE FILM FROM MELINJO SEED STARCH
(*Gnetum gnemon L.*) AS AN INHIBITOR OF WATER VAPOR
TRANSMISSION RATE**

ABSTRACT

Yanti Apriani
NIM 16612029

Plastics are widely used for food and beverage packaging. But the use of plastics has an adverse impact on the environment. Edible film is an environmentally friendly biodegradable packaging alternative. In this study, an edible film was formulated from melinjo seed starch, tapioca flour, chitosan and glycerol with variations in the addition of palmitic acid as much as 0; 0.06; 0.1; 0.14; 0.18 g. Characterization of edible films tested were FTIR test, tensile strength, elongation, water resistance, water vapor transmission rate, and biodegradation test. The results of characterization of the edible film show that the addition of palmitic acid can increase the tensile strength and elongation values as well as decrease the swelling value (%) and the water vapor transmission rate. The addition of 0.14 g of palmitic acid produced the best mechanical properties with a tensile strength value of 15.5049 MPa and an elongation of 2.5810%. The best swelling value was at 0.18 g palmitic acid concentration of 42.84%, and the best water vapor transmission rate value was at 0.14 g palmitic acid concentration of 8.571 g / hour.m². The edible film produced in this study can be categorized as a plastic with moderate mechanical properties and has met the tensile strength and water vapor transmission values based on JIS (Japanese Industrial Standard). The ability of plastic degradation increases with increasing palmitic acid concentration, with the addition of 0.18 g of palmitic acid the edible film sample undergoes physical changes characterized by fungal growth reaching around 65% on the 15th day.

Keywords : *Edible film* of melinjo seed starch, chitosan, palmitic acid, *biodegradable* plastic.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan kebutuhan primer bagi manusia, dalam makanan perlu diperhatikan kualitas dan kebersihannya demi menjaga kesehatan tubuh. Suatu produk makanan tentu tidak terlepas dari hal penting yang digunakan untuk melindungi produk dari kontaminasi lingkungan, yang biasa kita kenal sebagai kemasan. Selain itu, kemasan juga digunakan untuk memberikan tampilan menarik. Salah satu kemasan yang umum digunakan adalah plastik. Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, seperti pembungkus makanan, alas makan dan minum, keperluan sekolah, kantor, dan berbagai sektor lainnya. Penggunaan plastik memiliki banyak keunggulan sifat diantaranya transparan, elastis, kuat, ringan, mudah dibentuk, tidak korosif, tahan terhadap panas, murah, dan mudah diproduksi (Elfiana, 2016).

Disamping kelebihan tersebut, plastik juga memiliki kekurangan yaitu sulit terdegradasi dan untuk terdegradasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari ribuan tahun. Akan tetapi, partikel-partikel plastik dapat mencemari tanah dan air tanah ketika plastik tersebut terurai. Jika dibakar dan proses pembakarannya tidak sempurna, sampah plastik akan menghasilkan asap beracun (dioksin) yang berbahaya bagi kesehatan. (Vedder, 2008). Hal tersebut dikarenakan plastik yang digunakan saat ini terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) dan dikenal sebagai polimer sintetik yang tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan. Sehingga kemasan plastik sintetik tidak dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama karena akan menambah persoalan lingkungan dan kesehatan di waktu yang akan datang (Wahyuningsih dkk, 2015).

Berdasarkan fakta dan kajian ilmiah yang ada serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan dan lingkungan lestari, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi bahan kemasan yang bersifat *biodegradable*. *Edible film* merupakan alternatif kemasan *biodegradable* yang

mendapat banyak perhatian dari para peneliti beberapa tahun terakhir dikarenakan keuntungan sifat dibandingkan bahan pengemas dari plastik sintetik (Dhanapal dkk, 2012). *Edible film* dapat meningkatkan daya simpan bahan pangan, dapat digunakan sebagai kemasan aktif, serta mudah terurai oleh mikroorganisme (*biodegradable*) (Coma, 2008).

Menurut Han (2014) komponen penyusun utama *edible film* yaitu hidrokoloid, lipid (lilin/wax, asam lemak), dan komposit, serta ada bahan tambahan lain yang digunakan untuk memperbaiki karakteristik dari *edible film* yang dihasilkan yaitu *plasticizer*. Salah satu golongan hidrokoloid yang umum digunakan yaitu polisakarida. Polisakarida sebagai agensia pembentuk plastik relatif lebih mudah diperoleh dan fleksibel penggunaannya dibandingkan dengan protein dan lemak. Beberapa sumber polisakarida seperti selulosa, pati, alginat, karagenan dan agar-agar telah banyak dikembangkan. Pada penelitian ini digunakan pati dari tepung biji melinjo, yang mana biji melinjo mengandung 9-11% protein, 16,4% lemak, 58% pati (Dewi dkk, 2012). Kandungan pati yang cukup besar dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam *edible film*.

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Berdasarkan struktur molekulnya pati dibagi menjadi dua yaitu amilosa dan amilopektin. Menurut Myrna (1994) amilosa umumnya digunakan untuk membuat plastik *biodegradable*. Sebagian besar pati disimpan dalam umbi (singkong, ubi jalar, kentang, dan lain-lain), biji (biji jagung, padi, gandum), batang (sagu) dan buah. Salah satu sumber pati yang dapat dikembangkan sebagai bahan pembuat *edible film* adalah biji melinjo. Selama ini biji melinjo belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan biji melinjo di Indonesia masih terbatas pada pembuatan emping. Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk mencari alternatif lain dalam memanfaatkan biji melinjo. Salah satu usaha yang digunakan adalah memanfaatkan pati yang terkandung dalam biji melinjo sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*.

Plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati memiliki kelemahan yaitu rapuh dan bersifat hidrofilik. Oleh karena itu, perlu ditambahkan bahan lain yang dapat mengurangi kelemahan tersebut seperti *plasticizer*, lipid, dan selulosa. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama hemiselulosa dan lignin membentuk jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman (Winarno, 1995). Selulosa yang berasal dari tanaman sudah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku *edible film*. Penambahan selulosa bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari *edible film*. Bahan yang biasa digunakan sebagai *plasticizer* yakni sorbitol, gliserol, asam stearat dan *carboxy metil cellulose* (CMC). Gliserol merupakan *plasticizer* yang cocok digunakan untuk bahan yang bersifat hidrofilik. Peran gliserol sebagai *plasticizer* yakni meningkatkan fleksibilitas *film*, permukaan *film* lebih halus, selain itu gliserol dapat meningkatkan kemampuan *edible film* dalam mengurangi laju transmisi uap air (Fatnasari dkk, 2018).

Edible film berbasis hidrokoloid seperti pati bersifat hidrofilik dan memiliki polaritas yang tinggi sehingga memiliki laju transmisi uap air yang tinggi dan permeabilitas oksigen yang rendah. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan hidrogen yang kuat diantara struktur molekulnya, sehingga perlu ditambahkan senyawa yang dapat menurunkan laju transmisi uap air. Senyawa yang dapat menurunkan laju transmisi uap air adalah senyawa yang bersifat hidrofobik seperti kitosan dan lipid. Lipid merupakan senyawa yang dapat menurunkan laju transmisi uap air dikarenakan memiliki polaritas yang rendah. Salah satu lipid yang digunakan adalah asam palmitat. Asam palmitat merupakan salah satu jenis asam lemak jenuh yang bersifat hidrofobik. Penambahan asam palmitat ke dalam *film* bertujuan untuk melindungi produk terhadap penguapan uap air. Hal ini berkaitan dengan kemampuan asam palmitat dalam meningkatkan sifat hidrofobik dari suatu larutan (Elfiana, 2016).

Pada penelitian ini digunakan campuran tepung pati biji melinjo – tapioka dan kitosan sebagai bahan dasar *edible film*, serta *plasticizer* gliserol dengan berbagai variasi konsentrasi yang kemudian dimodifikasi dengan penambahan asam palmitat sebagai penghambat laju transmisi uap air.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana gugus fungsi *edible film* dari tepung pati biji melinjo?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi *plasticizer* gliserol terhadap sifat mekanik *edible film*?
3. Bagaimana pengaruh penambahan konsentrasi asam palmitat terhadap sifat mekanik *edible film*?
4. Bagaimana pengaruh penambahan konsentrasi asam palmitat terhadap *swelling* (%), laju transmisi uap air, dan biodegradasi dari *edible film*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui gugus fungsi *edible film* dari tepung biji melinjo.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi *plasticizer* gliserol terhadap sifat mekanik *edible film*.
3. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi asam palmitat terhadap sifat mekanik *edible film*.
4. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi asam palmitat terhadap *swelling* (%), laju transmisi uap air, dan biodegradasi dari *edible film*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu penggunaan kemasan *edible film* diharapkan dapat memberikan solusi mengenai penggunaan kemasan plastik yang tidak ramah lingkungan. *Edible film* dengan penambahan asam palmitat juga diharapkan dapat menurunkan laju transmisi uap air sehingga dapat meningkatkan daya simpan bahan pangan. Selain itu penggunaan tepung biji melinjo dalam pembuatan *edible film* ini dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pemanfaatan biji melinjo sehingga dapat meningkatkan nilai jual dari biji melinjo.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Edible film*

Edible film mendapat banyak perhatian dari para peneliti beberapa tahun terakhir dikarenakan keuntungan sifat dibandingkan bahan pengemas dari plastik sintetik. Sebelumnya *edible film* digunakan sebagai pengemas untuk melindungi makanan serta berfungsi sebagai penghalang gas dan migrasi kelembaban. Baru-baru ini *edible film* terus dikembangkan dengan berbagai macam fungsi seperti ; enkapsulasi aroma, vitamin, zat penyedap, antimikroba dan antioksidan (Erkmen dan Bozoglu, 2016 ; Han, 2014). Menurut Han (2014) *edible film* dapat dibuat dari tiga jenis bahan yaitu hidrokoloid, lipid (lilin/*wax*, asam lemak), dan komposit. Saputro dkk (2017) menjelaskan, keberhasilan dalam pembuatan *edible film* dapat ditentukan dari karakteristik *edible film* yang dihasilkan yaitu ketebalan (*thickness*), kuat tarik (*tensile strength*), persen perpanjangan (*elongasi*), dan laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate*).

Pada penelitian ini digunakan tepung pati biji melinjo – tapioka dan kitosan sebagai bahan dasar dalam membuat *edible film*, gliserol sebagai *plasticizer*, serta penambahan asam palmitat yang termasuk jenis asam lemak untuk mengetahui pengaruhnya terhadap laju transmisi uap air dari *edible film* yang dihasilkan. Penggunaan tepung biji melinjo pada penelitian ini dikarenakan kandungan patinya yang cukup tinggi. Shabrina dkk (2017) memanfaatkan tepung pati umbi garut sebagai bahan dasar *edible film*, dari hasil penelitiannya diketahui bahwa persen pemanjangan (*elongation*) *edible film* semakin besar seiring dengan penambahan konsentrasi tepung umbi garut. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Kusumawati dan Putri (2013), dimana semakin tinggi konsentrasi tepung pati jagung, persen pemanjangan (*elongation*) dari *edible film* yang dihasilkan juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak konsentrasi pati yang digunakan menyebabkan terbentuknya jaringan tiga

dimensi yang kompak sehingga menghasilkan gel yang kuat. Tapioka mampu menutup pori-pori yang tidak terisi sempurna oleh selulosa, karena tapioka berfungsi sebagai bahan pengisi pada rongga-rongga *biodegradable film*, sehingga dapat memperkecil pori-pori dan menghomogenkan permukaan *biodegradable film* (Zulferiyenni, 2014). Akan tetapi, semakin tinggi konsentrasi tapioka yang digunakan menyebabkan nilai permeabilitas uap air nya semakin tinggi juga, hal tersebut disebabkan karena tapioka merupakan golongan polisakarida dan bersifat hidrofilik (Comela dkk, 2012).

Pada penelitian ini dilakukan penambahan kitosan, kitosan digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati. Kitosan memiliki gugus fungsi amin, gugus hidroksil primer dan sekunder, dengan adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen, sehingga kitosan merupakan bahan pencampur yang ideal (Dallan dkk, 2006). yang mana berdasarkan penelitian Oktavia (2015) menunjukkan bahwa penambahan kitosan sebanyak 2-6% dalam pembuatan *edible film* berbasis pati sagu dihasilkan *film* dengan ketahanan air yang baik dan dapat terdegradasi sempurna dengan kadar air berkisar antara 16,48 – 23,96%, ketebalan 0,40-0,50 mm.

Ricki dkk (2017) berhasil membuat *edible film* dari pati ubi jalar dengan penambahan kitosan, yang mana penggunaan konsentrasi kitosan yang berbeda pada pembuatan *edible film* dari pati ubi jalar kuning memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air *edible film*. Dengan adanya penambahan kitosan yang lebih tinggi menyebabkan kandungan air dalam bahan menurun dan kadar air yang dihasilkan *edible film* menjadi rendah, dengan kadar air yang dihasilkan berkisar antara 16,48-23, 96%. Selain itu, dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *edible film*, maka nilai transparansi *edible film* semakin meningkat.

Penambahan *plasticizer* diperlukan agar diperoleh *edible film* yang elastis, *plasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah gliserol. Menurut Winarti dkk (2012) penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film* akan meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan gas terlarut. Penambahan *plasticizer* gliserol juga berpengaruh terhadap kehalusan *film*, serta mampu mengubah sifat *edible film* menjadi lebih plastis. Akan tetapi penambahan konsentrasi gliserol yang terlalu tinggi dapat menurunkan tegangan antar molekul yang menyusun matriks *film* sehingga *edible film* semakin lemah terhadap perlakuan mekanis yang semakin tinggi (Huri dan Nisa, 2014). Gliserol merupakan *plasticizer* yang cocok digunakan untuk bahan yang bersifat hidrofilik. Peran gliserol sebagai *plasticizer* yakni meningkatkan fleksibilitas *film*, permukaan *film* lebih halus, selain itu gliserol dapat meningkatkan kemampuan *edible film* dalam mengurangi laju transmisi uap air (Fatnasari dkk, 2018).

2.2 Laju Transmisi Uap Air

Chen dkk (2009) menjelaskan bahwa, *edible film* berbasis polisakarida pada umumnya memiliki sifat penghalang uap air yang kurang baik. Sehingga diperlukan penambahan komponen hidrofobik seperti asam lemak dengan harapan dapat memperbaiki sifat ketahanan terhadap uap air. Penelitian Santoso dkk. (2012) menunjukkan bahwa karakteristik *edible film* pati ganyong dengan adanya penambahan lilin lebah memiliki nilai laju transmisi uap air $18,25 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hari}^{-1}$ dengan persen pemanjangan 36,98%. Menurut *Japanese International Standard* (JIS) (1975) persen pemanjangan dan nilai laju transmisi uap air *edible film* minimal 70% dan maksimal $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hari}^{-1}$. Selain itu, secara fisik *edible film* yang dihasilkan kasar dan muncul bintik-bintik lilin lebah yang tidak terikat secara sempurna. Lipid dapat menurunkan laju transmisi uap air dikarenakan sifat hidrofobiknya, serta titik lelehnya yang tinggi seperti lilin lebah (Falguera dkk, 2011).

Mandei dkk (2018) melakukan penambahan lipid jenis asam stearat dan lilin lebah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh ketika

penambahan asam stearat 0,2–0,3% yang menghasilkan *film* dengan laju transmisi uap air 606–640 gr/m².hari. Penambahan lilin 0,2–0,4 % merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan *film* dengan laju transmisi uap air 595–653 gr/m².hari. Menurut Hagenmaier dan Shaw (1990), asam lemak rantai panjang biasa digunakan dalam pembuatan *edible film* karena mempunyai titik didih (melting point) yang tinggi dan sifat hidrofobiknya. Salah satu asam lemak yang paling mudah diperoleh adalah asam palmitat atau asam heksadekanat.

Penambahan asam palmitat berpengaruh terhadap sifat mekanik plastik *biodegradable* yang dihasilkan serta mampu menurunkan laju transmisi uap air plastik (Elfiana, 2016). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nida (2015), dengan adanya penambahan asam palmitat dapat menurunkan laju transmisi uap air plastik *biodegradable*. Hasil terbaik diperoleh dengan penambahan asam palmitat konsentrasi 0,04% menghasilkan ketebalan 0,101 mm, kuat tarik 11,2234 MPa, persen pemanjangan 2,49% dan WVTR 0,9418 g/jam m². Gontard (1993), menyebutkan bahwa migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian *film* yang hidrofilik. Dengan demikian ratio antara bagian hidrofilik dan hidrofobik komponen *film* akan mempengaruhi nilai laju transmisi uap air *film* tersebut. Semakin besar hidrofobitas *film*, maka nilai laju transmisi uap air *film* tersebut akan semakin menurun (Saputro dkk, 2017).

BAB III

DASAR TEORI

3.1. *Edible film*

Edible film merupakan lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan atau obat-obatan yang bertujuan untuk memperpanjang masa simpan produk, menghambat perpindahan uap air, oksigen, dan zat terlarut pada makanan (Krochta dkk, 1994). Selain itu, *edible film* juga dapat digunakan sebagai pembawa komponen makanan, di antaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, serta bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang di kemas. *Edible film* terbuat dari bahan yang relatif murah dengan teknologi pembuatan yang sederhana. *Edible film* terdiri dari tiga komponen utama ; bahan pembentuk *film* (protein, polisakarida, lipid, komposit), *plasticizer*, dan aditif (Han, 2014). Bahan aditif lain yang dapat ditambahkan yaitu antioksidan, vitamin, antimikroba, minyak essensial, pigmen dan pengawet kimia untuk meningkatkan sifat protektif dari *edible film* (Han, 2014 ; Cagri dkk, 2002).

Istilah “*Edible film*” terdiri dari dua bagian utama, bagian pertama “*edible*” yang berarti *film* dapat dikonsumsi bersamaan dengan makanan yang dikemas sehingga *edible film* perlu mencakup semua sifat bahan makanan yang aman menurut *Food and Drug Administration* (FDA) (Erkmen dan Bozoglu, 2016). Bagian kedua “*film*” artinya, bahan pengemas harus memiliki sifat pengemasan yang melindungi bagian dalam dari lingkungan luar dan menghambat laju transmisi uap air antara makanan dan lingkungan luar. Secara umum, *edible film* tidak boleh mengubah penampilan, bau, dan rasa dari produk. Oleh karena itu, *edible film* harus dibuat setipis mungkin untuk memperoleh sifat mekanik yang efektif untuk melindungi bahan makanan (Erkmen dan Barazi, 2018). Meskipun *edible film* tidak ditujukan untuk mengganti secara total pengemas sintetis, tetapi *edible film* berpotensi untuk mengurangi penggunaan kemasan *non biodegradable* (Krochta dan Johnston, 1997).

3.2. Komponen Penyusun *Edible film*

Komponen penyusun kemasan *edible film* terdiri atas 2 bagian. Komponen utama yang terdiri dari hidrokoloid, lipid dan komposit. Komponen tambahan terdiri dari *plasticizer*, zat anti mikroba, antioksidan, flavor dan pigmen (Donhowe dan Fennema, 1993).

a. Hidrokoloid

Hidrokoloid sering disebut polimer hidrofilik, berasal dari sayuran, hewan, mikroba, atau derivat sintesis, yang umumnya mengandung banyak gugus hidroksil (polisakarida) dan dapat berupa polielektrolit. Polisakarida tersedia secara komersial dan banyak digunakan dalam industri pangan dan non-pangan sebagai stabilisator, bahan pengental, dan pembentuk gel, inhibitor kristalisasi dan agen enkapsulasi (Stephen dkk, 2006). Contoh hidrokoloid misalnya, pati, alginat, karaginan, *carboxy methyl cellulose*, kitosan, pektin, dan *gum xanthan*. Polisakarida dan protein dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *edible film*. Disamping ketersediaannya dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik, *edible film* yang terbuat dari hidrokoloid juga memiliki beberapa kelebihan yaitu karakteristik mekanik yang baik dan efektif dalam menghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, sehingga digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur (Donhowe dan Fennema, 1993). Sedangkan kelemahannya yaitu *film* dari karbohidrat kurang bagus digunakan untuk mengatur migrasi uap air sementara *film* dari protein sangat dipengaruhi oleh perubahan pH (Saputro dkk, 2017).

b. Lipid

Bahan lipid telah banyak digunakan sebagai lapisan pelindung terhadap transfer uap air dan untuk memberikan kilap pada *edible film*. Tidak seperti makromolekul lain, senyawa lipid dan resin bukanlah biopolimer. Kedua senyawa tersebut tidak memiliki sejumlah unit berulang yang dihubungkan oleh ikatan kovalen untuk membentuk struktur molekul besar. Sehingga lipid bersifat rapuh dan umumnya tidak membentuk struktur *film* yang kohesif. Karena polaritasnya

yang rendah, lipid dan resin merupakan bahan pembentuk *film* yang dapat menurunkan laju transmisi uap air dalam *edible film* (Greenar dan Fennema, 1989). Alasan mengapa lipida ditambahkan dalam *edible film* adalah untuk memberi sifat hidrofobik (Krochta dkk, 1994). Namun demikian, terdapat kelemahan ketika menggunakan lipid dalam *edible film* yang dapat dimakan, seperti rasa, tekstur permukaan *edible film* yang berminyak, dan berpotensi tengik. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin (*wax*), asam lemak, monogliserida dan resin (Hui, 2006).

c. Komposit

Komposit *film* terdiri dari campuran polisakarida, protein dan/atau lipid, tujuan utama produksi polimer komposit adalah untuk meningkatkan sifat mekanik sesuai dengan kebutuhan. Gabungan antara polimer dalam membentuk *film* komposit dapat berasal dari protein dan karbohidrat, protein dan lipid, karbohidrat dan lipid, atau polimer sintetik dan polimer alami. Gabungan dari hidrokoloid dan lipid digunakan untuk mengambil keuntungan dari komponen tersebut dalam meningkatkan sifat mekanik dari *edible film* (Kester dan Fennema, 1986). Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan (Krochta dan Johnston, 1997). Pembentukan *edible film* merupakan proses pertumbuhan fragmen-fragmen kecil yang akan membentuk suatu polimer. Prinsip pembentukan *edible film* adalah interaksi rantai polimer menghasilkan polimer yang lebih besar dan stabil. (Saputro dkk, 2017).

d. Plasticizer

Plasticizer (bahan pelembut) adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dalam suatu produk untuk menurunkan kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Sehingga pada pembuatan *edible film* ini sangat diperlukan sekali adanya *plasticizer* untuk memperoleh sifat *film* yang khusus (Pilla, 2011). *Plasticizer* merupakan komponen yang cukup besar peranannya dalam *edible film* untuk

mengatasi sifat rapuh *film* yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif. Menurut Julianti dan Mimi (2006) fungsi penambahan *plasticizer* dalam *edible film* adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas *film*
- b. Menghindari *film* dari keretakan
- c. Meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air, dan zat terlarut
- d. Meningkatkan elastisitas *film*

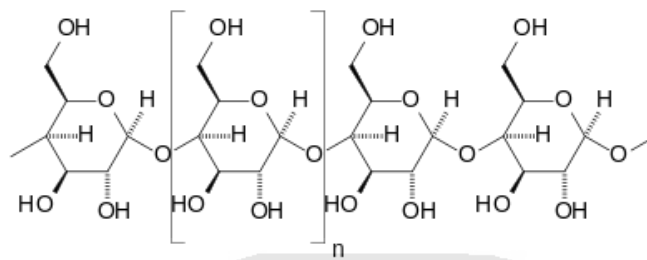
Oleh karena itu *plasticizer* dengan berat molekul kecil (nonvolatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan *film* hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas *edible film* tersebut seperti pati, pektin, gel dan protein. Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* diantaranya gliserol, lilin lebah, sorbitol, polivinil alkohol (Julianti dan Mimi, 2006). Gliserol merupakan *plasticizer* yang paling umum digunakan dalam pembuatan *edible film* karena sifatnya yang tidak beracun (Nahwi, 2016).

3.3. Biji Melinjo

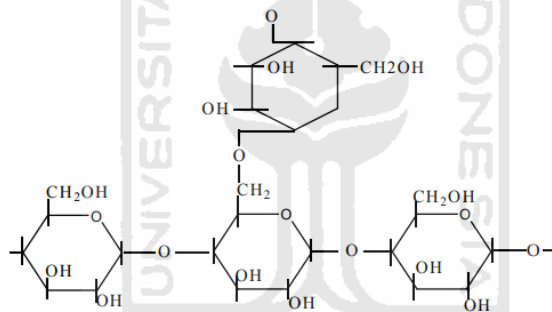
Melinjo (*Gnetum gnemon L*) merupakan tumbuhan yang termasuk dalam divisi Spermatophyta yang dapat ditemukan di pulau Jawa. Melinjo mempunyai pohon yang ramping, tinggi mencapai 10-15 m, percabangan umumnya melingkar, daun lebar 4-7 cm, panjang 10-20 cm, tumbuh berlawanan, berwarna hijau gelap, mengkilap, eleptik, buah ellipsoid, kulit tipis, panjang 1-3,5 cm, lebar setengah dari panjangnya, umumnya mengerombol, berubah dari kuning-kemerah sampai orange dan menjadi ungu saat tua (Vasishta, 1983). Komposisi kandungan biji melinjo terdiri dari 58% pati, 16,4% lemak, 9-10% protein, dan 1% fenolik (Siswoyo dan Aldino, 2007). Kandungan metabolit sekunder biji melinjo berupa saponin, tannin, dan flavonoid (Santoso dkk, 2010). Morfologi biji melinjo ditunjukkan pada Gambar 3.1.



lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut dinamakan amilopektin. Amilosa memiliki struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4-5 dari berat total (Winarno, 1997).



Gambar 3. 2. Struktur amilosa

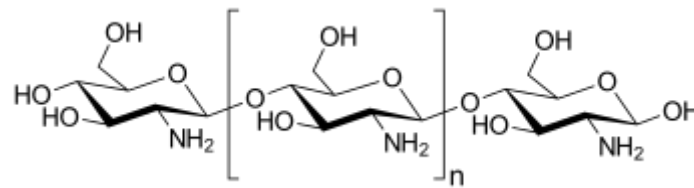


Gambar 3. 3. Struktur amilopektin

(Sumber : Boediono, 2012)

3.5. Kitosan

Kitosan adalah salah satu jenis polisakarida yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang terkandung didalam cangkang hewan laut seperti udang dan kepiting. Kitin merupakan biopolimer polisakarida $[(C_8H_{13}N)_5]_n$ dengan rantai lurus yang tersusun dari 2000-3000 monomer (2-asetamida-2-deoksi- β -D-glukosa) yang terangkai dengan ikatan 1,4- β -glikosida. Senyawa kitin ini dapat diubah menjadi kitosan $[(C_6H_{11}NO_4)_n]$. Proses penghilangan mineral (demineralisasi) dan penghilangan protein (deproteinasi) merupakan proses penting untuk menghasilkan kitin, yang selanjutnya dilakukan proses deasetilasi sehingga diperoleh kitosan (Nurhayati dan Agusman, 2011).



Gambar 3. 4. Struktur kitosan

(Sumber : Thariq dkk, 2016)

Kitosan memiliki sifat tidak beracun, dapat terurai, mudah mengalami degradasi secara biologis, dan memiliki sifat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan berbagai macam bakteri (Helander dkk, 2001). *Film* kitosan memiliki permeabilitas yang rendah terhadap gas (CO_2 dan O_2) (Hosokawa dkk, 1990), namun memiliki sifat permeabilitas uap air yang tinggi. Sehingga untuk meningkatkan sifat penghalang uap air *film* kitosan, sering dimasukkan berbagai senyawa tambahan (Park dan Zhao, 2004 ; Vargas dkk, 2009). Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan adalah gula yang unik, karena polimer ini mengandung gugus amino bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif. Kitosaan telah dimanfaatkan daalam berbagai keperluan industri seperti industri kertas dan tekstil sebagai zat aditif, industri pembungkus makanan berupa *film* khusus, industri metalurgi sebagai absorban untuk ion-ion metal (Saputro dkk, 2017).

Pelarut terbaik yang digunakan dalam proses pembuatan membran polimer berbahan dasar kitosan adalah pelarut asam asetat deengan konsentrasi 1 – 2%. Asam asetat adalah cairan tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, tidak berwarna, berasa asam, serta larut dalam air, alkohol, dan gliserol. Rumus empiris asam asetat adalah $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ dan rumus strukturnya CH_3COOH (Asturi, 2008).

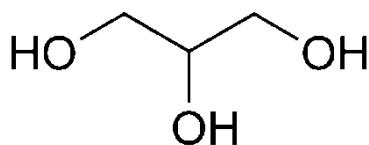
Tabel 3. 2. Sifat fisika kitosan

Spesifikasi	
Penampilan	Putih atau kuning
Bau	Tidak berbau
Ukuran partikel	20-30 mesh
Ph	6,5 – 7,5
Kelarutan	Min. 99 % dalam HCl 6 %
Transparansi	Min. 30 cm
Viskositas	Max. 50 cps
Kelembaban	Max. 12%
De-asetilasi	Min. 70%

(Sumber : Radhiyatullah dkk, 2015)

3.6. Gliserol

Gliserol adalah komponen utama dari trigliserida yang biasa ditemukan pada lemak hewan, tumbuhan, atau minyak. Gliserol biasanya diperoleh dari produksi sabun atau biodiesel (Choi, 2008 ; Foglia dkk, 1998). Gliserol merupakan alkohol sederhana dengan nama IUPAC propana-1,2,3-triol, dikenal dengan nama dagang gliserin, 1,2,3-propanotriol, trihidroksipropan, gliseritol atau alkohol glisidik (Rahmat dkk, 2010). Gliserol tersedia dalam bentuk cairan minyak : viskositas tinggi, tidak berbau, tidak berwarna dan beraroma manis, titik lebur 20 °C dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290 °C. Gliserol mempunyai rumus kimia $C_3H_5(OH)_3$ dan dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak oleh karena itu gliserol merupakan jenis pelarut yang baik (Ummah, 2013). Gliserol biasa digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* agar menghasilkan *film* yang elastis dan tidak mudah rapuh. Struktur gliserol dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Struktur gliserol

Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada *film* hidrofilik, seperti *film* berbahan dasar pati, gelatin, pektin, dan karbohidrat lainnya termasuk

kitosan. Penambahan gliserol akan menghasilkan *film* yang lebih fleksibel dan halus. Gliserol adalah molekul hidrofilik yang relatif kecil dan dapat dengan mudah disisipkan di antara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan amida. Gliserol dapat meningkatkan pengikatan air pada *edible film*. Gliserol merupakan cairan yang memiliki kelarutan tinggi, yaitu 71 g/ 100 g air pada suhu 25 °C. Biasanya digunakan untuk mengatur kandungan air dalam makanan dan mencegah kekeringan pada makanan (Yulianti, 2012). Karakteristik gliserol dapat dilihat pada Tabel 3.3.

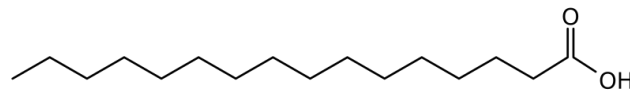
Tabel 3. 3. Karakteristik gliserol

Sifat	Nilai
Titik didih	290 °C (554 °F)
Titik cair	18 °C (64,4 °F)
Masa molar	92,09382 g/mol
Viskositas	1,5 Cp
Densitas	1,261 g/cm ³

(Sumber : Widyasari, 2010)

3.7. Asam Palmitat

Salah satu asam lemak yang paling mudah diperoleh adalah asam palmitat atau asam heksadekanat. Asam palmitat adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$). Asam palmitat merupakan asam lemak rantai panjang yang mempunyai titik didih yang tinggi, tidak mudah teroksidasi dan bersifat hidrofobik (Pangesti, 2014). Menurut Hagenmaier and Shaw (1990), asam lemak rantai panjang biasa digunakan dalam pembuatan *edible film* karena mempunyai titik didih (*melting point*) yang tinggi dan sifat hidrofobiknya. Tumbuh-tumbuhan dari famili *Palmaceae*, seperti kelapa (*Cocos nucifera*) dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan sumber utama asam lemak ini. Minyak kelapa bahkan mengandung hampir semuanya palmitat (92%). Minyak sawit mengandung sekitar 50% palmitat. Produk hewani juga banyak mengandung asam lemak ini (dari mentega, keju, susu, dan juga daging).



Gambar 3. 6. Struktur asam palmitat

Asam palmitat adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$). Pada suhu ruang, asam palmitat berwujud padat dan berwarna putih. Titik leburnya $63,1^\circ\text{C}$. Asam palmitat adalah produk awal dalam proses biosintesis asam lemak. Dari asam palmitat, pemanjangan atau penggandaan ikatan berlangsung lebih lanjut. Dalam industri, asam palmitat banyak dimanfaatkan dalam bidang kosmetika dan pewarnaan. Dari segi gizi, asam palmitat merupakan sumber kalori penting namun memiliki daya antioksidasi yang rendah. Park dkk (1996) menyatakan bahwa permeabilitas uap air dan gas dari *edible film* dipengaruhi oleh konsentrasi asam lemak.

3.8. Karakteristik *Edible film*

Karakteristik *edible film* menjadi dasar penentuan produk yang akan dikemas. Karakteristik *edible film* meliputi sifat mekanik dan sifat penghambatan. Sifat mekanik menunjukkan kemampuan *film* untuk mengemas produk (menahan kerusakan bahan selama pengolahan). Sedangkan sifat penghambatan menunjukkan kekuatan *film* untuk melindungi produk yang dikemasnya. Karakteristik *edible film* dijelaskan pada sub-sub bab 3.8.1 – 3.8.4.

3.8.1 Kuat tarik dan persen pemanjangan

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film* sebelum *film* putus atau robek. Kuat tarik menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung. Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan *film* (Harsunu, 2008). Kekuatan tarik yang terlalu kecil mengindikasikan bahwa *edible film* yang bersangkutan tidak dapat dijadikan kemasan, karena karakter fisiknya kurang kuat dan mudah patah (Dwimayasanti, 2016). Kuat tarik berhubungan dengan kekuatan *film* untuk menahan kerusakan fisik saat pengemasan. Semakin tinggi nilai kuat tarik diharapkan dapat menahan

kerusakan fisik saat pengemasan sehingga dapat meminimalkan kerusakan dari produk (Murdinah dkk, 2007). Johnson (1997) melaporkan bahwa kisaran nilai kuat tarik yang dapat diaplikasikan untuk *edible film* antara 10-100 MPa.

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga *film* terputus. Umumnya *plasticizer* dalam jumlah lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu *film* meningkat lebih besar (Harsunu, 2008). Standar persen pemanjangan yang harus dicapai pada *biodegradable film* sebesar 10-20% menurut standar plastik internasional (ASTM 5336).

3.8.2 Penyerapan air (*swelling*) *edible film*

Sifat ketahanan *film* plastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut ke dalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu presentase pengembangan *film* oleh adanya air (Ummah, 2013). Kadar air yang kecil memberikan pengaruh terhadap penyimpanan bahan makanan, yaitu memperpanjang masa simpannya, karena dapat menghambat aktifitas mikroorganisme (Hidayah dkk, 2015).

3.8.3 Laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air didefinisikan sebagai kecepatan perpindahan uap air melalui suatu unit area dari material dengan ketebalan tertentu, pada kondisi yang spesifik (Cuq dkk, 1996). Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* seperti sorbitol dan gliserol akan meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena bahan tersebut bersifat hidrofilik (Gontard dkk, 1993). Salah satu fungsi *edible film* adalah menahan migrasi uap air. Untuk mencegah migrasi uap air maka laju transmisi uap air *edible film* haruslah serendah mungkin. Nilai laju transmisi uap air dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk (Baruna, 2019).

Menurut Garcia dkk (2000), migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian *film* yang hidrofilik. Dengan demikian rasio antara bagian yang hidrofilik dan hidrofobik komponen *film* akan mempengaruhi nilai laju transmisi uap air *film* tersebut. Semakin besar hidrofobilitas *film*, maka nilai laju transmisi uap air *film* tersebut akan semakin menurun, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar hidrofilisitas *film*, maka nilai laju transmisi uap air *film* tersebut akan semakin naik. Semakin kecil migrasi uap air yang terjadi pada produk yang dikemas oleh *edible film*, maka semakin baik sifat *edible film* dalam menjaga umur simpan produk yang dikemasnya (Dwimayasanti, 2016). Menurut *Japanese Industrial Standard (JIS)*, *edible film* yang baik untuk kemasan makanan adalah *film* yang mempunyai nilai laju transmisi uap air maksimal $10 \text{ g/m}^2/\text{jam}$.

3.8.4 Biodegradasi

Biodegradasi adalah penurunan sifat-sifat dikarenakan oleh aksi mikroorganisme alam seperti bakteri dan fungi. Biasanya disebabkan adanya serangan kimia oleh enzim yang dihasilkan oleh organisme sehingga dapat menyebabkan pemutusan rantai polimer (Alger, 1990). Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), enzim (degradasi enzimatik), bakteri/jamur, cahaya (fotodegradasi), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik. Saat degradasi, *film* plastik akan mengalami proses penghancuran alami. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme, yakni : sifat hidrofilik, proses produksi, bahan aditif, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan kemasan (Ummah, 2013).

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan biodegradasi dari bioplastik yang dihasilkan dengan menanam sampel didalam tanah (*soil burial test*) dan meletakkan sampel di atas/permukaan tanah (Marbun, 2012). Biodegradasi diatas permukaan tanah dilakukan dengan meletakkan sampel diatas permukaan tanah yang tidak langsung terkena curahan air hujan ketika musim hujan tiba. Hal ini dihindari mengingat sampel bisa saja hilang oleh air atau

terbawa oleh angin. Biodegradasi dihitung berdasarkan kehilangan berat dan perubahan penampilan fisik material untuk periode waktu tertentu. Metode *soil burial* dilakukan dengan menanam sampel dengan berat tertentu pada kedalaman tanah tertentu untuk periode waktu tertentu (Kalia, 2016).

Akan tetapi metode *soil burial* memiliki banyak kekurangan jika digunakan pada sampel *edible film*. Metode ini tidak dapat membedakan dan mengontrol apakah pengurangan berat sampel lebih disebabkan karena aktivitas mikroorganisme ataukah oleh degradasi absorpsi air yang masuk ke dalam *film*. Oleh karenanya sangat disarankan untuk mengontrol sifat fisika dan kimia dari tanah yang digunakan seperti konsentrasi air yang tidak terlalu tinggi (Marbun, 2012). Karakterisasi kemampuan biodegradasi dilakukan dengan membandingkan fraksi berat residual bioplastik yang ditanam didalam tanah dan diletakkan diatas tanah.

3.9. Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Spektroskopi inframerah (IR) merupakan suatu metoda yang digunakan untuk mengkarakterisasi bahan polimer seperti gelatin dan analisis gugus fungsinya, dengan cara menentukan dan merekam hasil spektra residu dengan serapan energi oleh molekul organik dalam daerah sinar inframerah. Panjang gelombang 1-500 nm merupakan daerah inframerah. Gugus-gugus dalam setiap molekul umumnya memiliki karakteristik tersendiri, sehingga spektroskopi IR dapat digunakan untuk mendeteksi gugus yang spesifik pada senyawa organik maupun polimer. Intensitas pita serapan merupakan ukuran konsentrasi gugus yang khas yang dimiliki oleh polimer (Creswell, 2005).

Mengidentifikasi senyawa kimia maupun polimer secara inframerah, memerlukan persyaratan yaitu zat yang diselidiki harus homogen secara kimia. Tahap awal identifikasi bahan kimia maupun polimer harus diketahui dengan membandingkan spektrum yang telah dikenal. Pita serapan yang khas akan ditunjukkan oleh monomer penyusun material dan struktur molekulnya. Metode analisa ini didasarkan terhadap interaksi antara radiasi inframerah dengan materi interaksi atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik. Interaksi ini berupa

absorpsi pada frekuensi atau panjang gelombang tertentu yang berhubungan dengan energi transisi antara berbagai keadaan energi vibrasi, rotasi dan molekul (watson, 2009).

Sinar inframerah yang dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka terdapat sejumlah frekuensi yang diserap dan ada yang diteruskan atau ditransmisikan tanpa diserap. Serapan cahaya oleh molekul tergantung pada struktur elektronik dari molekul tersebut. Molekul yang menyerap energi tersebut terjadi perubahan energi vibrasi dan perubahan tingkat energi rotasi. Pada suhu kamar, molekul senyawa organik dalam keadaan diam, setiap ikatan mempunyai frekuensi yang karakteristik untuk terjadinya vibrasi ulur (*stretching vibrations*) dan vibrasi tekuk (*bending vibrations*) dimana sinar inframerah dapat diserap pada frekuensi tersebut (Suseno dan Firdausi, 2008).



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, alat gelas (*pyrex*), neraca analitik, desikator, *hot plate stirrer*, termometer, cawan petri, spatula, pisau, gunting, talenan, oven, magnetik stirrer, sendok sungu, batang pengaduk, loyang anti lengket, pot, blender, ayakan tepung, *Mechanical Universal Testing machine* Merek tipe AND MCT-2150, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (PerkinElmer Spectrum Version 10.5.1).

4.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya, biji melinjo ambon, tepung tapioka (*rose brand*), kitosan Pa (CV. Ocean Fresh Bandung), gliserol, akuades, asam palmitat (Merck), asam asetat glasial (Merck), Natrium Clorida (NaCl) (Merck), tanah, silika gel, kertas saring.

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Pembuatan tepung pati biji melinjo

Pembuatan tepung pati biji melinjo mengikuti metode yang dilakukan oleh Cornelia dkk (2013), yaitu dengan pemilihan bahan baku melinjo yang berwarna merah atau orange, terlebih dahulu dipisahkan kulit dari biji melinjo dan dihilangkan lapisan cokelat pada biji melinjo, daging melinjo yang telah terpisah dari kulitnya ditimbang sebanyak 100 gram. Selanjutnya biji melinjo tersebut dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan biji melinjo dengan air 1 : 10. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dengan suspensi pati. Suspensi pati yang diperoleh didiamkan selama 24 jam sampai pati mengendap.

Setelah diperoleh endapan pati, larutan bagian atas dibuang dan selanjutnya ditambah lagi dengan akuades kemudian didiamkan kembali selama 24 jam hingga endapan dan larutannya terpisah. Setelah itu endapan disimpan dalam

wadah yang dilapisi kertas saring untuk kemudian didiamkan pada suhu ruang hingga sedikit mengering. Tepung selanjutnya dikeringkan pada suhu 60 °C selama 2-4 jam. Penyaringan dilakukan pada saringan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung pati biji melinjo yang halus.

4.2.2 Pembuatan *edible film* termodifikasi

Proses pembuatan *edible film* mengacu pada penelitian yang dilakukan Saputro dkk (2017) yang telah dimodifikasi dengan langkah sebagai berikut, 2 gram tepung pati biji melinjo dan 1 gram tepung tapioka dimasukkan ke dalam gelas beker, penambahan pelarut akuades sebanyak 100 mL ke dalam beker, pemanasan dan pengadukan pada *hot plate* dengan bantuan *magnetic stirrer* sampai suhu $\pm 80^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$ hingga pati tergelatinisasi, setelah 20 menit dilakukan penambahan gliserol dengan konsentrasi 0,6, 0,8, dan 1 gram sambil diaduk selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan penambahan larutan kitosan 2% (b/v) sebanyak 50 gram dan diaduk kembali selama 15 menit. Setelah selesai, proses penuangan pada loyang anti lengket ukuran 20 x 20 cm, pengeringan pada oven dengan suhu 50 °C selama 24 jam, loyang dikeluarkan lalu dilepaskan *edible film* dari cetakan.

Edible film dimasukkan dalam plastik klip dan disimpan dalam desikator pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian. Pengujian mekanik dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi gliserol terbaik yang akan digunakan pada penelitian utama. Formulasi *edible film* pendahuluan (variasi gliserol) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Formulasi pendahuluan (*edible film* variasi gliserol)

Sampel	Tepung Tapioka dan Tepung Pati Biji Melinjo (g)	Larutan Kitosan (g)	Gliserol (g)
A	1 dan 2	50	0,6
B	1 dan 2	50	0,8
C	1 dan 2	50	1

Setelah diperoleh konsentrasi gliserol terbaik selanjutnya dilakukan pembuatan *edible film* formulasi utama (variasi asam palmitat) dengan prosedur yang sama seperti sebelumnya. Formulasi utama (*edible film* variasi asam palmitat) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Formulasi utama (*edible film* variasi asam palmitat)

Sampel	Tepung Tapioka dan Tepung Pati Biji Melinjo (g)	Larutan Kitosan (g)	Gliserol (g)	Asam Palmitat (g)
D	1 dan 2	50	Konsentrasi Terbaik	0,06
E	1 dan 2	50	Konsentrasi Terbaik	0,1
F	1 dan 2	50	Konsentrasi Terbaik	0,14
G	1 dan 2	50	Konsentrasi Terbaik	0,18

4.3 Karakterisasi *Edible film*

4.3.1 Analisis gugus fungsi dengan FTIR

Analisis dengan FTIR dilakukan untuk membandingkan gugus fungsi pada *edible film* yang dihasilkan dengan setiap komponen penyusunnya. Pengujian ini dilakukan pada komponen-komponen penyusun *edible film* yang terdiri dari kitosan, tepung pati, gliserol, juga pada sampel *edible film* tanpa penambahan asam palmitat dan *edible film* dengan penambahan asam palmitat. Sampel ditempatkan dalam set holder, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang. Data yang diperoleh berupa gambar spektrum hubungan antara bilangan gelombang dan transmitansi sehingga dapat diketahui gugus fungsi yang terdapat pada bahan *edible film*. Identifikasi gugus-gugus fungsional dapat dilakukan dengan menganalisa spektrum IR sesuai dengan puncak dan bilangan gelombang yang terbentuk dengan menggunakan tabel gugus fungsi.

4.3.2 Uji mekanik

Uji mekanik yang dilakukan meliputi uji kuat tarik (*Tensile strength*) dan persen pemanjangan (*Elongation at Break*). Kuat tarik dan pemanjangan diukur menggunakan alat uji kuat tarik *Mechanical Universal Testing Machine* AND MCT-2150. Sampel *edible film* yang akan diuji dipotong dengan ukuran 10 x 2 cm, kemudian *film* dikaitkan secara horisontal pada alat uji tarik dengan kecepatan konstan. Data yang dihasilkan dicetak di atas kertas. Perhitungan besarnya kuat tarik dan presentase pemanjangan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Kuat tarik (MPa)} = \frac{\text{renggangan saat putus (F max)}}{\text{Luas penampang melintang (A)}}$$

$$\text{Elongation (\%)} = \frac{\text{renggangan saat putus (mm)}}{\text{Panjang awal (mm)}} \times 100\%$$

4.3.3 Uji penyerapan air *edible film*

Pengukuran dilakukan mengikuti percobaan yang telah dilakukan oleh Bandk (2005). Sampel *edible film* dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm², sampel ditimbang terlebih dahulu sebagai massa awal (W₀), setelah diketahui massa awal (W₀) sampel kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah diisi 10 mL akuades selama 10 menit. Sampel yang telah direndam kemudian diangkat dan diletakkan diatas tissue. Selanjutnya sampel ditimbang kembali untuk mengetahui massa akhir (W). Langkah yang sama dilakukan untuk sampel berikutnya, pengujian dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Berdasarkan hasil pengukuran berat tersebut, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{W - w_0}{w_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W₀ = berat sampel kering (g)

W = berat sampel setelah perendaman (g)

4.3.4 Uji laju transmisi uap air

Uji laju transmisi uap air / *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Apriyani dan Sedyadi (2015). Sampel yang akan diuji direkatkan pada mulut cawan berdiameter 7 cm yang didalamnya berisi 10 gram silika gel. Bagian tepi cawan dan *edible film* ditutup dengan isolasi, selanjutnya cawan ditempatkan dalam toples yang berisi larutan NaCl 20% (b/v). Uap air yang terdifusi melalui plastik akan diserap oleh silika gel dan akan menambah berat silika gel tersebut. Laju transmisi uap air ditentukan dengan menimbang cawan setiap 1 jam selama 6 jam (mulai dari jam ke-0 sampai jam ke-6). Slope (perubahan berat setiap interval waktu) dihitung untuk menentukan nilai WVTR dengan persamaan sebagai berikut:

$$WVTR = \frac{\text{slope}}{\text{luas sampel}} \left(\frac{g}{m^2 \cdot \text{hari}} \right)$$

4.3.5 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Fanhur (2017). Pada penelitian ini uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui berapa lama sampel terdegradasi menggunakan metode penanaman sampel pada tanah. Sebelumnya sampel disiapkan terlebih dahulu dengan ukuran 4 x 1 cm² yang selanjutnya ditempatkan dalam pot yang telah berisi tanah, sampel dibiarkan terkena udara terbuka tanpa ditutupi kaca. Sampel kemudian diamati perubahan fisik yang terjadi secara kualitatif dalam dua hari sekali selama 15 hari.

BAB V

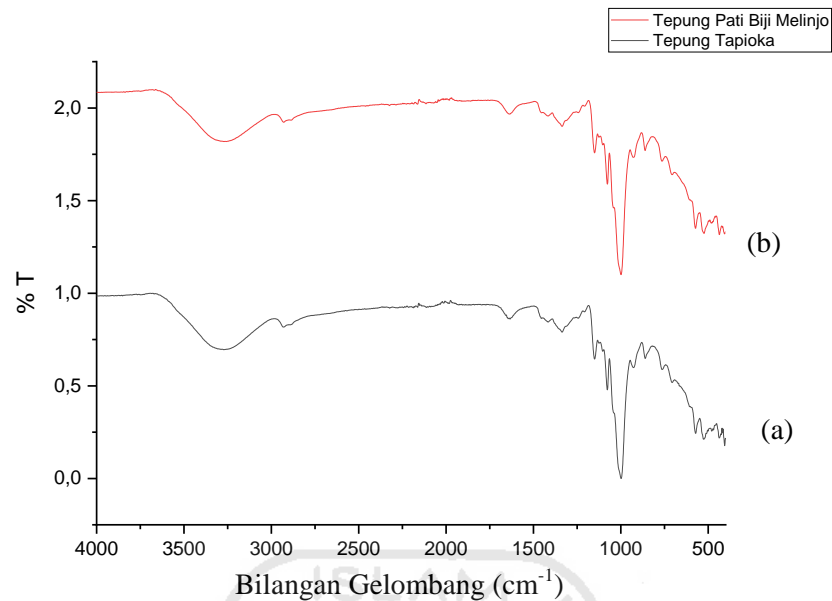
HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Asam Palmitat Pada Karakteristik *Edible film* Dari Tepung Pati Biji Melinjo Sebagai Penghambat Laju Transmisi Uap Air”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam palmitat terhadap karakteristik *Edible film* yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan tepung pati biji melinjo, tapioka, dan kitosan sebagai bahan dasar *edible film* dengan penambahan *plasticizer* gliserol dan variasi asam palmitat untuk mengetahui pengaruhnya terhadap laju transmisi uap air. *Edible film* yang dihasilkan kemudian dilakukan berbagai macam uji diantaranya, karakteristik dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), uji mekanik (kuat tarik dan perpanjangan putus), uji penyerapan air (*swelling*), laju transmisi uap air, dan biodegradasi.

5.1. Pembuatan Tepung Pati Biji Melinjo

Pembuatan tepung biji melinjo dilakukan dengan pemilihan bahan baku melinjo berwarna merah atau orange, pemilihan biji melinjo berwarna merah atau orange dikarenakan kadar patinya yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji melinjo berwarna hijau yaitu sebesar 66,17% - 66,53% (Supargiyono, 1983). Berdasarkan penelitian diperoleh pati berwarna putih dan tidak berbau, dengan berat 48 gram dari 100 gram biji melinjo.

Hasil tepung pati biji melinjo yang diperoleh kemudian dianalisis dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi pati biji melinjo. Hasil analisis diperoleh data bilangan gelombang dan % transmittan yang ditunjukkan oleh Gambar 5.1.



Gambar 5. 1. Spektra IR (a) tepung tapioka, (b) tepung pati biji melinjo

Spektrum infra merah pada penelitian ini disajikan pada Gambar 5.1, berdasarkan hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa sampel tepung tapioka komersil dan tepung pati biji melinjo memiliki pita serapan yang sama. Dari spektrum terlihat adanya puncak yang muncul pada bilangan gelombang 3272,89 cm^{-1} pada tepung tapioka komersil dan 3271,75 cm^{-1} pada tepung pati biji melinjo yang menunjukkan vibrasi renggang H dari O-H. Adanya gugus CH ditunjukkan dengan terdapatnya pita serapan pada bilangan gelombang 2928,54 cm^{-1} pada tepung tapioka dan 2929,24 cm^{-1} pada tepung pati biji melinjo yang menunjukkan vibrasi rengangan gugus C-H alkana ($-\text{CH}_3$). Gugus fungsi C-O dari C-OH berada pada bilangan gelombang 1150,12 cm^{-1} pada tepung tapioka komersil dan 1150,28 cm^{-1} pada tepung pati biji melinjo. Selanjutnya gugus fungsi C-O dari C-O-C muncul pada daerah sidik jari dengan panjang gelombang 1077,09 cm^{-1} pada tepung tapioka komersil dan 1076,80 cm^{-1} pada tepung pati biji melinjo hasil penelitian.

Tabel 5. 1. Serapan FTIR karakteristik tepung tapioka dan tepung biji melinjo

Jenis Vibrasi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Tepung Tapioka	Tepung Pati Biji melinjo
O-H alkohol	3272,89	3271,75
C-H alkana	2928,54	2929,24
C-O dari C-O-H	1150,12	1150,28
C-O dari C-O-C	1077	1076,80
C-C dan C-O	998,36	998,93

5.2. Pembuatan *Edible film* Termodifikasi

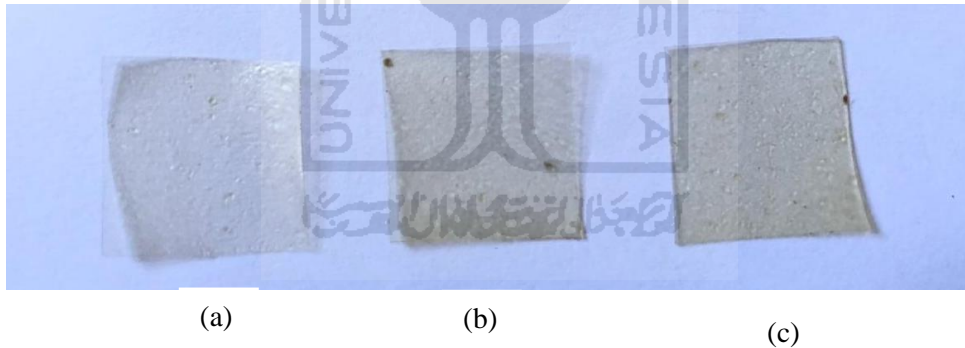
Pembuatan *edible film* pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, yang pertama formulasi pendahuluan, pada tahap pendahuluan ini dilakukan pembuatan *edible film* dengan bahan dasar tepung tapioka, tepung pati biji melinjo, dan kitosan sebagai bahan dasar *edible film*, dengan penambahan variasi konsentrasi gliserol untuk memperoleh konsentrasi terbaik dari *plasticizer* gliserol yang selanjutnya akan digunakan pada formulasi utama. Selanjutnya pada formulasi utama dilakukan pembuatan *edible film* sesuai formulasi pendahuluan dengan adanya penambahan variasi konsentrasi asam palmitat yang bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan.

5.2.1 Formulasi pendahuluan (*edible film* variasi gliserol)

Pada penelitian pendahuluan ini dilakukan pembuatan *edible film* dengan bahan dasar tepung tapioka, tepung pati biji melinjo, kitosan dan variasi konsentrasi gliserol. Penambahan *plasticizer gliserol* bertujuan untuk memperbaiki karakteristik *edible film* yang dihasilkan, yang mana *edible film* dengan bahan dasar pati memiliki sifat yang rapuh dan mudah sobek sehingga perlu dimasukkan bahan tambahan yang dapat memperbaiki karakteristik *edible film*, diantaranya gliserol dan kitosan. Penambahan *plasticizer* gliserol dapat mengatasi sifat rapuh *film* yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dari *edible film*. *Plasticizer* diduga dapat mengurangi gaya intermolekuler sepanjang rantai polimer, sehingga mengakibatkan fleksibilitas *film* meningkat, menurunkan kemampuan menahan

permeabilitas (McHught dan Krochta, 1994). Namun *edible film* yang menggunakan gliserol masih memiliki kekurangan terhadap karakteristik *edible film*. Kekurangan tersebut seperti tidak tahan terhadap air dan mudah putus, oleh karena itu perlu ditambahkan kitosan sebagai penguat, ketahanan terhadap air dan anti mikroba (Briassoulis, 2004).

Pembuatan *edible film* melalui proses pemanasan pada larutan *film* (larutan pati yang telah ditambahkan gliserol). Pada proses pemanasan tersebut, air masuk ke dalam granula pati. Meresapnya air ke dalam granula menyebabkan terjadinya pembengkakan granula pati. Ukuran granula akan meningkat sampai batas tertentu sebelum akhirnya granula pati tersebut pecah yang disebut dengan gelatinisasi. Sedangkan granula pati yang menggelembung dan membentuk pasta, jika suhu terus dinaikkan akan tercapai viskositas puncak dan setelah didinginkan molekul-molekul amilosa cenderung bergabung kembali yang disebut regelatinasi (Lismawati, 2017).



Gambar 5. 2. Edible film (a) gliserol 0,6 gram, (b) gliserol 0,8 gram, (c) gliserol 1 gram

Berdasarkan Gambar 5.2, semakin besar konsentrasi gliserol yang ditambahkan akan menurunkan kecerahan *edible film*. Peningkatan *plasticizer* akan meningkatkan tingkat kekentalan larutan *film* dikarenakan padatan yang terlarut semakin meningkat, sehingga menyebabkan pembentukan polimer *film* bertambah banyak. Dengan meningkatnya polimer *film* akan membuat intensitas kecerahan *film* menjadi turun seiring adanya peningkatan konsentrasi gliserol. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Golsberg dan Williams (2003) bahwa

meningkatnya viskositas akan berpengaruh terhadap peningkatan *edible film* sehingga kecerahannya akan menurun.

Edible film yang digunakan sebagai kemasan makanan harus memiliki sifat mekanik yang baik. Karakteristik mekanik yang diukur dan diamati dari sebuah *film* kemasan termasuk *edible film* adalah kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation at break*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari *film* yang digunakan untuk melindungi produk. Pengujian kuat tarik dan persen pemanjangan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi terbaik dari gliserol yang akan digunakan dalam penelitian utama. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian UGM menggunakan alat *Mechanical Universal Testing Machine* AND MCT-2150. Hasil uji kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation at break*) disajikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5. 2. Hasil uji kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation at break*) dengan variasi penambahan gliserol

Parameter	Sampel	Gliserol (g)	Hasil Uji
<i>Tensile strength</i>	A	0,6	19,1912 MPa
	B	0,8	10,5696 MPa
	C	1	15,6689 MPa
<i>Elongation at break</i>	A	0,6	1,944 %
	B	0,8	1,6109 %
	C	1	2,1107 %

Berdasarkan Tabel 5.2, dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi gliserol yaitu dari 19,1912 MPa – 15,6689 MPa dan nilai elongasinya meningkat dari 1,944 % - 2,1107 % seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol dari 0,6 – 1 gram. Menurut Lismawati (2017) meningkatnya konsentrasi gliserol dapat meningkatkan perenggangan ruang intermolekul struktur matriks *edible film* sehingga meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan jumlah ikatan hidrogen antara pati dan kitosan serta mengurangi kerapuhan. Kedua hasil yang diperoleh belum memenuhi SNI yaitu

>24,7 – 302 MPa untuk *tensile strength* dan 21 – 220 % untuk *elongation*, tapi hasil tersebut telah memenuhi standar kuat tarik plastik klip yang diuji yaitu 9,631 MPa, dan juga telah memenuhi golongan moderate properties (standart plastik *biodegradable*) yaitu 10-100 MPa (Purwanti, 2010) dan *Japanese Industrial Standard* (1975) minimal nilai kuat tarik *edible film* adalah 0,392266 MPa.

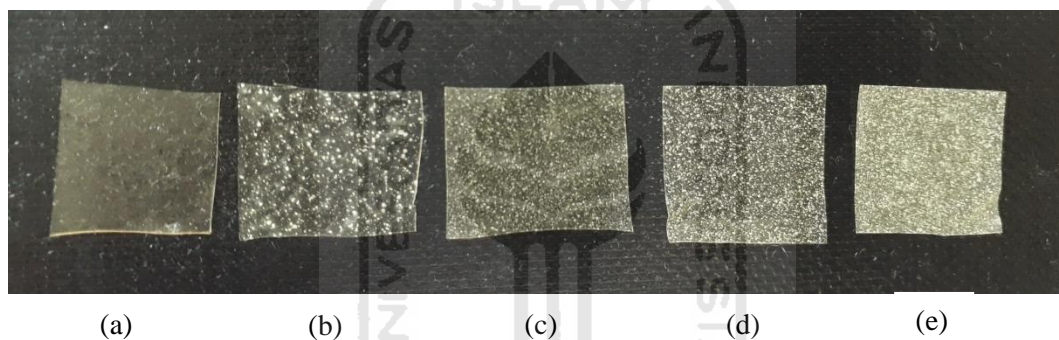
Nilai *tensile strength* dan elongasi yang diperoleh memiliki nilai yang naik turun hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor misalnya pencampuran yang kurang homogen sehingga penyisipan bahan pemplastik ke dalam matriks *edible film* komposit belum berlangsung sempurna dan perpanjangan putus yang dihasilkan kurang maksimal. Ketiga hasil uji tersebut dibandingkan satu sama lain, dimana pada penambahan 0,6 gram gliserol diperoleh *edible film* yang agak kaku. Penambahan 0,8 gram gliserol diperoleh *edible film* yang cukup baik dengan sifat yang agak lentur, tetapi nilai *tensile strength* dan elongation yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan kedua sampel yang lain. Selanjutnya pada penambahan 1 gram gliserol menghasilkan *edible film* dengan permukaan yang halus, tidak kaku, dan cukup elastis serta nilai *tensile strength* dan elongasi yang cukup tinggi dibandingkan penambahan 0,6 dan 0,8 gram gliserol. Sehingga dari hasil yang diperoleh dapat ditentukan pada formulasi utama digunakan *plasticizer* gliserol dengan konsentrasi 1 gram.

5.2.2 Formulasi utama (*edible film* variasi asam palmitat)

Pada formulasi utama ini dilakukan pembuatan *edible film* dengan variasi penambahan asam palmitat untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan meliputi sifat mekanik, daya tahan terhadap air, laju transmisi uap air, dan biodergradasi. Chen dkk (2009) menjelaskan bahwa, *edible film* berbasis polisakarida pada umumnya memiliki sifat penghalang uap air yang kurang baik. Sehingga diperlukan penambahan komponen hidrofobik dalam hal ini asam palmitat dengan harapan dapat memperbaiki ketahanan terhadap uap air sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pengemas untuk melindungi produk. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh *edible film* dengan nilai mekanik

mendekati standar plastik klip yang diuji dengan nilai kuat tarik sebesar 9,631 MPa dan elongasi sebesar 5,552 %.

Tahap formulasi *edible film* dilakukan dengan melarutkan 1 gram tepung tapioka, 2 gram tepung biji melinjo dan 0, 0,06, 0,1, 0,14, 0,18 gram asam palmitat dengan 100 mL akuades lalu dipanaskan hingga pati tergelatinisasi. Selanjutnya dimasukkan 1 gram gliserol konsentrasi terbaik dan dilakukan pengadukkan. Setelah 5 menit ditambahkan kitosan yang telah dilarutkan dengan 1 % asam asetat glasial sebanyak 50 gram dan diaduk kembali hingga homogen. Berikut adalah hasil formulasi *edible film* dengan penambahan variasi konsentrasi asam palmitat dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3. *Edible film* (a) asam palmitat 0 g, (b) asam palmitat 0,06 g, (c) asam palmitat 0,1 g, (d) asam palmitat 0,14 g, (e) asam palmitat 0,18 g

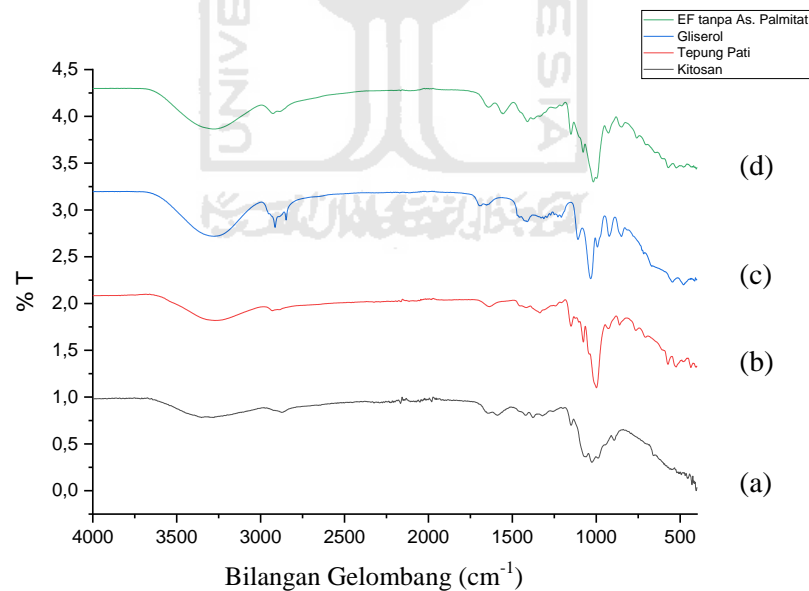
Berdasarkan Gambar 5.3, penambahan asam palmitat berpengaruh terhadap kenampakan *edible film*. Adanya asam palmitat yang ditambahkan menghasilkan *film* dengan tekstur permukaan yang kasar. Semakin besar konsentrasi asam palmitat, menghasilkan *edible film* yang semakin buram. Hal ini dikarenakan peningkatan konsentrasi asam palmitat akan meningkatkan kekentalan larutan *film* karena padatan yang terlarut semakin meningkat, sehingga menyebabkan polimer pembentuk *film* bertambah banyak. Dengan meningkatnya polimer *film* akan membuat intensitas kecerahan *film* menjadi turun. *Edible film* selanjutnya dilakukan beberapa uji yaitu, karakteristik dengan FTIR, uji mekanik, uji *swelling*, uji laju transmisi uap air, dan uji biodegradasi.

5.3 Karakterisasi *Edible film*

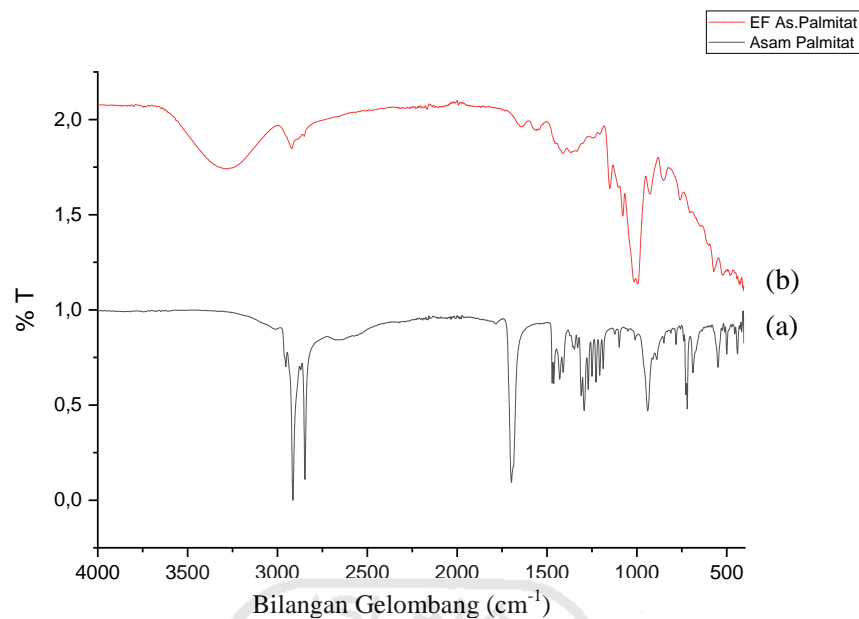
Pada penelitian ini dilakukan uji *edible film* hasil formulasi utama yaitu dengan adanya variasi penambahan asam palmitat. Uji yang dilakukan diantaranya, karakteristik dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), uji mekanik (kuat tarik dan perpanjangan putus), uji penyerapan air (*swelling*), laju transmisi uap air, dan biodegradasi.

5.3.1 Hasil Karakteristik dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Pengujian gugus fungsi dilakukan dengan spektrofotometer Inframerah (FTIR). Analisa ini bertujuan untuk membandingkan gugus fungsi pada *edible film* yang dihasilkan dengan setiap komponen penyusunnya. Pengujian ini dilakukan pada komponen-komponen penyusun *edible film* yang terdiri dari kitosan, tepung pati, gliserol, juga pada sampel *edible film* tanpa penambahan asam palmitat dan *edible film* dengan penambahan asam palmitat. Hasil karakteristik FTIR *edible film* dan komponen-komponen penyusunnya disajikan pada gambar berikut:



Gambar 5. 4. Spektra IR (a). Kitosan, (b). Tepung pati, (c). Gliserol, (d). *Edible film* tanpa asam palmitat



Gambar 5. 5. Spektra IR (a) asam palmitat, (b) *edible film* dengan asam palmitat

Tabel 5. 3. Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR

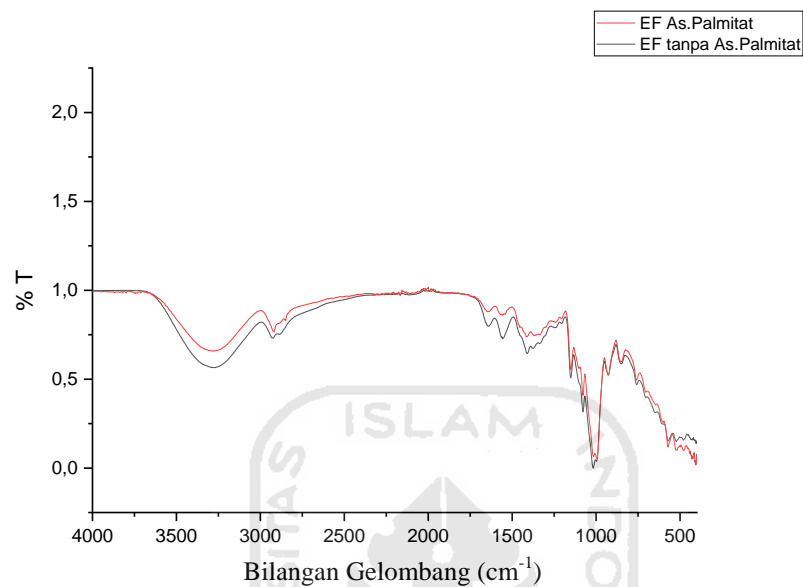
Sampel	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Pustaka (Pavia dkk, 2001)
Kitosan	3278,31	O-H	3100-3500
	2875,84	Renggangan C-H	2850-3000
	1589,69	Tekuk N-H	1550-1640
Tepung pati	3271,75	O-H	3200-3400
	2929,24	Renggangan C-H	2850-3000
	1150,28	C-O dari C-O-H	1000-1300
	1076,80	C-O dari C-O-C	1000-1300
Gliserol	3275,60	O-H	3200-3400
	2914,07	Renggangan C-H	2850-3000
<i>Edible film</i> tanpa penambahan asam palmitat	3272,95	O-H	3200-3400
	2925,81	Renggangan C-H	2850-3000
	1640,83	C=O karbonil	1640-1820
	1557,38	tekuk N-H	1550-1640
	1150,82	C-O dari C-O-H	1000-1300
	1078,24	C-O dari C-O-C	1000-1300
<i>Edible film</i> dengan penambahan asam palmitat	3274,94	O-H	3200-3400
	2920,15	Renggangan C-H	2850-3000
	1645,69	C=O karbonil	1640-1820
	1556,57	tekuk N-H	1550-1640
	1150,37	C-O dari C-O-H	1000-1300
	1078,39	C-O dari C-O-C	1000-1300

Dari Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa analisis pada kitosan menggunakan FTIR menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3278,31\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus O-H. Ikatan C-H dari spektra kitosan diperoleh pada bilangan gelombang $2875,84\text{ cm}^{-1}$. Ciri khas dari kitosan adalah munculnya pita serapan pada bilangan gelombang $1589,69\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan terdapatnya gugus N-H. Analisis pada pati menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3271,75\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan gugus O-H. Serapan di daerah $2929,24\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan senyawa alkana, yakni adanya stretching C-H pada daerah $2850-3000\text{ cm}^{-1}$. Selain itu pada rentang frekuensi antara $900-1250\text{ cm}^{-1}$ yakni $998,93\text{ cm}^{-1}$, $1076,80\text{ cm}^{-1}$, $1150,28\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-O. Analisis pada gliserol menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3275,60\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus O-H. Serapan pada bilangan gelombang $2914,07\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-H.

Analisis pada *edible film* kitosan, tepung pati, dan gliserol menunjukkan bahwa *edible film* yang telah disintesis memiliki nilai bilangan gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya. Hasil analisis pada *edible film* kitosan, tepung pati, gliserol diperoleh hasil bahwa pada bilangan gelombang $2925,81\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus fungsi C-H alkana yang menunjukkan adanya pati dan gliserol. Pada bilangan gelombang $1557,38\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi N-H yang merupakan spektra yang terdapat pada kitosan. Gugus fungsi C-O dari C-O-H terdapat pada bilangan gelombang $1150,82\text{ cm}^{-1}$, pada bilangan gelombang $1078,24\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi C-O dari C-O-C, keduanya menunjukkan adanya gugus fungsi pati sebagai bukti bahwa pada serapan pita $3200-3500\text{ cm}^{-1}$ juga terdapat pati, serta ikatan O-H tersebut juga menunjukkan adanya gugus fungsi dari gliserol.

Gugus ester (RCOO-) muncul pada bilangan gelombang $1050-1300\text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C=O karbonil dan ester (COOH) pada *edible film* yang disintesis mengindikasikan *edible film* tersebut memiliki kemampuan biodegradabilitas. Hal ini disebabkan karena baik C=O karbonil maupun C-O ester merupakan gugus yang bersifat hidrofilik. Kemampuan kedua gugus tersebut dalam mengikat

molekul-molekul air yang berasal dari lingkungan mengakibatkan mikroorganisme yang dapat memasuki matriks plastik juga semakin banyak seiring dengan semakin tingginya intensitas gugus-gugus yang bersifat hidrofilik.



Gambar 5. 6. Spektra IR *edible film* tanpa asam palmitat dan *edible film* dengan penambahan asam palmitat

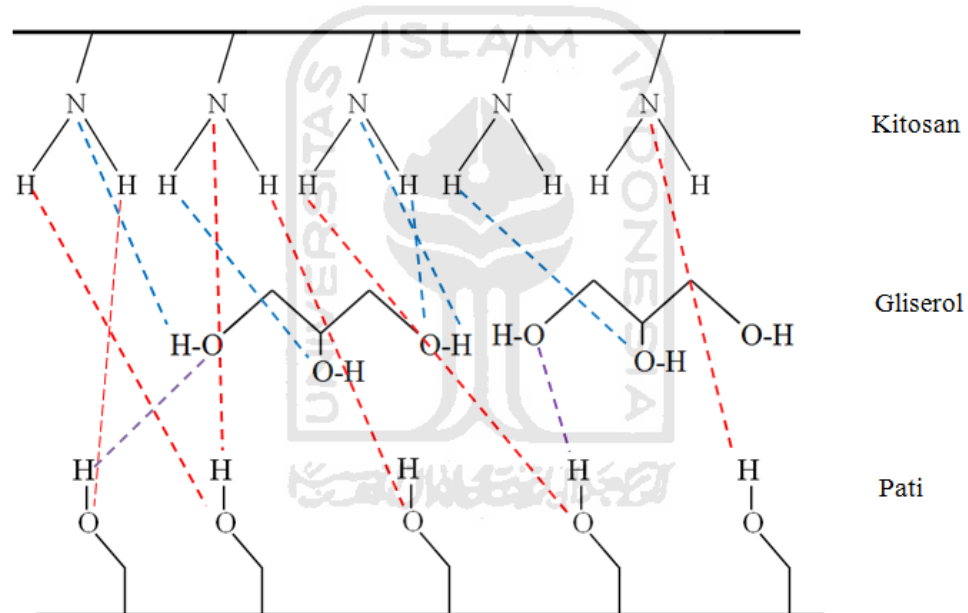
Tabel 5. 4. Daftar gugus fungsi FTIR tanpa penambahan asam palmitat

X (cm-1)	Y (% T)	Gugus Fungsi
3272,95	72,55	O-H
2925,81	82,82	Renggangan C-H
1640,83	86,97	C=O karbonil
1557,38	82,66	tekuk N-H
1150,82	69,05	C-O dari C-O-H
1078,24	57,15	C-O dari C-O-C

Tabel 5. 5. Daftar gugus fungsi FTIR dengan penambahan asam palmitat

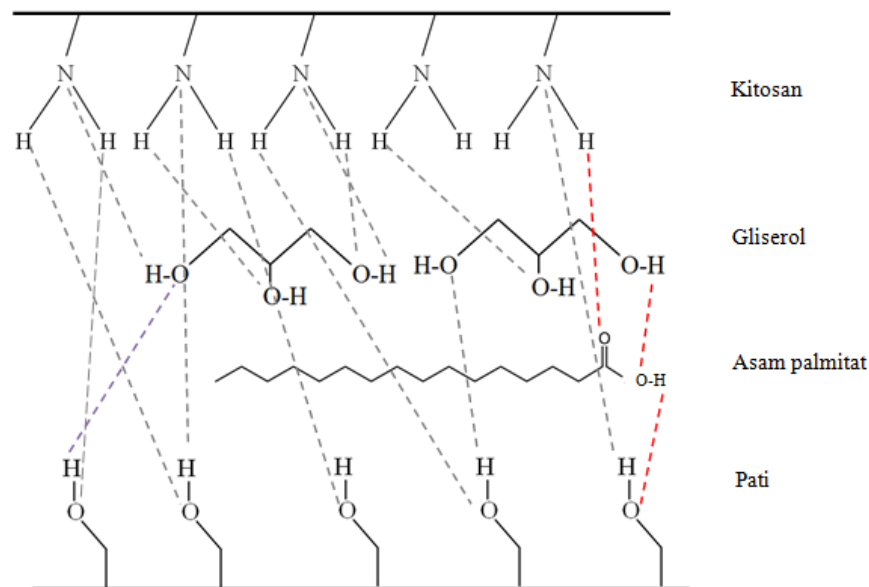
X (cm-1)	Y (% T)	Gugus Fungsi
3274,94	93,12	O-H
2920,15	95,2	Renggangan C-H
1645,69	97,4	C=O karbonil
1556,57	97,03	tekuk N-H
1150,37	91,13	C-O dari C-O-H
1078,39	88,33	C-O dari C-O-C

Berdasarkan Gambar 5.6, hasil uji FTIR *edible film* dengan penambahan asam palmitat menyebabkan meningkatnya intensitas serapan gugus fungsi yang dihasilkan. Dari hasil uji FTIR *edible film* pati biji melinjo dengan penambahan asam palmitat tidak ditemukan gugus fungsi baru. Hal ini menunjukkan bahwa *edible film* yang terbentuk merupakan hasil pencampuran secara fisika. Pencampuran secara fisik terjadi karena adanya interaksi hidrogen antar rantai pada polimer penyusun *edible film*. Interaksi tersebut yang mempengaruhi perbedaan sifat mekanik antara *edible film* tanpa penambahan asam palmitat dan *edible film* dengan penambahan asam palmitat.



Gambar 5. 7. Perkiraan interaksi hidrogen antara kitosan – gliserol - pati

Gliserol yang berfungsi sebagai *plasticizer* akan terletak diantara rantai biopolimer sehingga jarak antar kitosan dan pati akan meningkat. Hal ini membuat ikatan hidrogen antara kitosan-pati berkurang dan digantikan dengan interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol dan gliserol-pati sesuai dengan ilustrasi diatas.



Gambar 5. 8. Perkiraan interaksi hidrogen antara kitosan – gliserol – asam palmitat – pati

Edible film sebelum penambahan asam palmitat menyisakan gugus fungsi yang masih belum berikatan yaitu gugus H pada kitosan, gugus H pada gliserol dan gugus O pada pati. Sehingga setelah dilakukan penambahan asam palmitat kemungkinan akan terjadi interaksi hidrogen antara gugus karboksil pada asam palmitat dengan gugus yang belum berikatan pada polimer.

5.3.2 Hasil Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dan Pemanjangan Putus (*Elongation at break*)

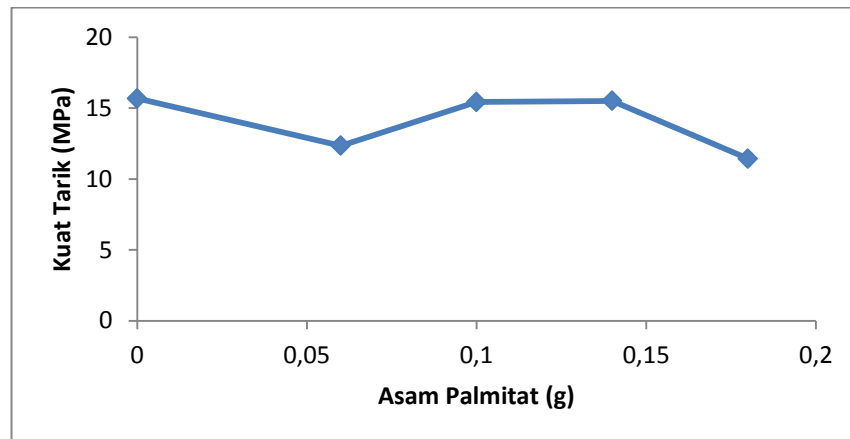
Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film* sebelum *film* putus atau robek. Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui besar gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh *film* sebelum *film* putus atau sobek. Persen pemanjangan putus (*Elongation at break*) merupakan besar perubahan panjang maksimum pada saat terjadi perenggangan hingga *film* terputus. Pengujian persen pemanjangan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rentang putus *edible film* yang dihasilkan dengan adanya penambahan variasi asam palmitat. Sampel *edible film* yang akan diuji yaitu *edible film* dengan penambahan asam palmitat sebesar 0, 0,06, 0,1, 0,14, 0,18 gram.

Tabel 5. 6. Hasil uji kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation at break*) dengan variasi penambahan asam palmitat

Parameter	Sampel	Asam Palmitat (g)	Hasil Uji
<i>Tensile strength</i>	C	0	15,6689 MPa
	D	0,06	12,3469 Mpa
	E	0,1	15,4244 MPa
	F	0,14	15,5049 MPa
	G	0,18	11,4314 MPa
<i>Elongation at break</i>	C	0	2,1107 %
	D	0,06	2,7554 %
	E	0,1	2,0159 %
	F	0,14	2,5810 %
	G	0,18	2,6916 %

Berdasarkan Tabel 5.6, menunjukkan *edible film* tanpa penambahan asam palmitat memberikan nilai kuat tarik sebesar 15,6689 MPa, pada penambahan 0,06 gram asam palmitat nilai kuat tarik turun menjadi 12,3469 MPa, nilai kuat tarik kembali naik dengan bertambahnya konsentrasi asam palmitat. Kekuatan tarik *edible film* berkisar antara 11,4314 – 15,6689 MPa. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada konsentrasi 0 gram asam palmitat yaitu 15,6689 MPa, sedangkan yang terendah pada konsentrasi 0,18 gram asam palmitat yaitu 11,4314 MPa.

Nilai elongasi yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 2,0159 – 2,7554 %. Nilai elongasi terbesar dihasilkan oleh *edible film* dengan penambahan asam palmitat 0,06 gram yaitu 2,7554 %, sedangkan yang terendah pada konsentrasi 0,1 gram asam palmitat yaitu 2,0159 %. Adapun grafik hasil uji kuat tarik dan elongasi disajikan pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10.

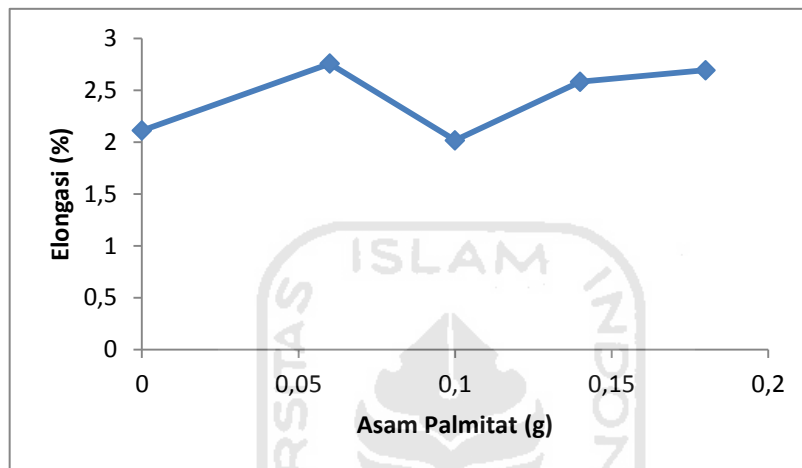


Gambar 5. 9. Grafik nilai kuat tarik *edible film* pada variasi konsentrasi asam palmitat 0, 0,06, 0,1, 0,14, 0,18 gram

Berdasarkan Gambar 5.9, nilai kuat tarik *edible film* penambahan asam palmitat mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan kuat tarik *edible film* tanpa penambahan asam palmitat. Menurunnya nilai kuat tarik kemungkinan karena pengaruh antara asam palmitat dan gliserol. Kuat tarik *edible film* akan meningkat kembali dengan meningkatnya konsentrasi asam palmitat, akan tetapi saat mencapai titik kritisnya penambahan asam palmitat tersebut akan menurunkan kuat tarik *edible film*. Hal ini sesuai dengan Lai dan Huey (1997), bahwa adanya penambahan asam palmitat akan terbentuk kompleks amilosa – asam palmitat, sehingga menyebabkan *film* lebih kompak dan akan meningkatkan kekuatan renggang putus *film*, akan tetapi saat mencapai titik kritisnya penambahan asam palmitat tersebut akan menurunkan kekuatan renggang putus *film* hal ini dikarenakan destabilisasi *film* yang terbentuk karena peningkatan komponen lemak dalam *film* (Putranto, 2005).

Edible film terbaik dinilai berdasarkan kekuatan tarik, semakin tinggi kekuatan tarik maka semakin baik karakteristik bioplastik tersebut, karena plastik dengan nilai kuat tarik yang tinggi mampu melindungi produk dari berbagai tekanan dan kerusakan. Kuat tarik tertinggi *edible film* pada penelitian ini sebesar 15,6689 MPa belum memenuhi SNI (Standart Nasional Indonesia) yaitu 24,7 – 302 MPa, tetapi *edible film* ini sudah memenuhi golongan moderate properties (standart plastik *biodegradable*) yaitu 10-100 MPa (Purwanti, 2010) dan Japanese

Industrial Standard (1975) minimal nilai kuat tarik *edible film* adalah 0,392266 MPa. Dengan demikian, apabila dilihat dari kuat tariknya, *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai plastik dengan sifat mekanik moderat dan telah memenuhi nilai kuat tarik JIS (*Japanese Industrial Standard*) serta telah memenuhi standar kuat tarik plastik klip yang diuji yaitu 9,631 MPa, tetapi belum sesuai dengan nilai kuat tarik berdasarkan SNI.



Gambar 5. 10. Grafik persen pemanjangan *edible film* pada variasi konsentrasi asam palmitat 0, 0,06, 0,1, 0,14, 0,18 gram

Berdasarkan Gambar 5.10, dapat dilihat bahwa semakin semakin tinggi penambahan asam palmitat maka semakin tinggi pula persen pemanjangan yang dihasilkan. Nilai pemanjangan *edible film* penambahan asam palmitat mempunyai nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan perpanjangan *edible film* tanpa penambahan asam palmitat. Hasil penelitian menunjukkan *edible film* dengan penambahan 0,06 gram asam palmitat memberikan nilai elongasi sebesar 2,7554 %, pada penambahan 0,1 gram asam palmitat nilai elongasi turun menjadi 2,0159 %, nilai elongasi kembali naik dengan bertambahnya konsentrasi asam palmitat.

Semakin tinggi konsentrasi asam palmitat maka semakin besar penurunan gaya intermolekul diantara rantai polimer sehingga *film* akan semakin elastis. Menurut Listiyawati (2012) fungsi lipid selain untuk menahan laju uap air juga dapat menambah elastisitas *film*. Hal ini sesuai dengan penelitian Prasetyaningrum

dkk (2010), bahwa pada pembuatan *edible film beeswax* memberikan pengaruh nyata terhadap *film* yang dihasilkan yakni semakin tinggi kadar lipid maka dapat menahan laju uap air dan dapat menambah elastisitas *film*. Elongasi pada penelitian ini belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 21-220%, juga belum memenuhi golongan moderate properties untuk nilai elongasi yaitu 10-20%. Tetapi nilai elongasi tertinggi yang diperoleh hampir mendekati standar elongasi plastik klip yang diuji yaitu 5,552 %.

Nilai kuat tarik dan elongasi yang diperoleh pada penelitian ini masih tergolong rendah, yang berarti bahwa *edible film* dengan bahan dasar tepung pati biji melinjo hanya bisa diaplikasikan sebagai plastik untuk melapisi produk makanan seperti buah-buahan dan sayur-sayuran. Serta kurang efektif untuk dijadikan sebagai plastik kereseak dikarenakan tidak dapat menahan beban yang cukup berat.

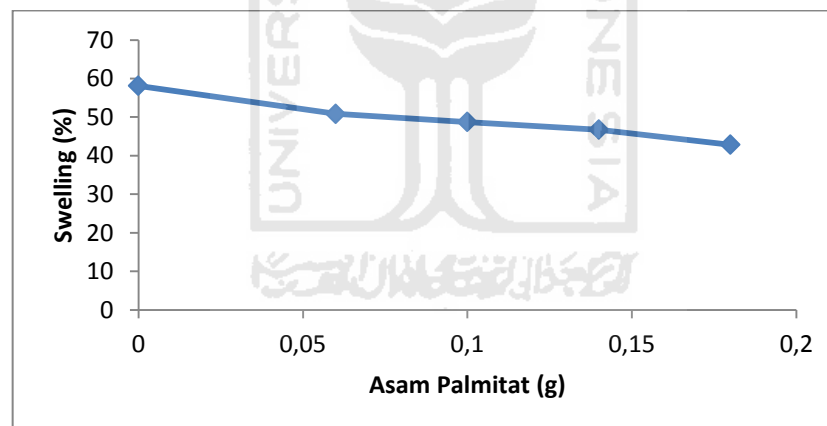
5.3.3 Hasil uji penyerapan air (*swelling*) *edible film*

Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu persentase pengembangan bioplastik oleh adanya air. Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Plastik yang baik adalah *edible film* yang dapat menyerap sedikit air ditandai dengan nilai presentase penyerapan air (*swelling*) yang lebih kecil. Sampel *edible film* dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm, pengujian sampel dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Terlebih dahulu dilakukan penimbangan berat awal sampel (W_0), kemudian dimasukkan kedalam cawan petri yang berisi 10 mL akuades selama 10 menit. Sampel yang telah direndam kemudian diangkat dan permukaan sampel yang basah dikeringkan dengan tissue. Selanjutnya dilakukan penimbangan berat akhir sampel (W) dan dihitung persentase penyerapan air. Dari hasil pengukuran dan perhitungan *swelling* (%), didapatkan data pengujian *swelling* yang ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7. Data pengujian ketahanan air (*swelling*) *edible film*

Sampel	Variasi Asam Palmitat (g)	W ₀ (gram)			W (gram)			Ā (%)
		1	2	3	1	2	3	
C	0	0,010	0,011	0,011	0,022	0,026	0,029	58,10
D	0,06	0,013	0,013	0,012	0,025	0,030	0,023	50,83
E	0,1	0,014	0,013	0,014	0,026	0,026	0,028	48,72
F	0,14	0,019	0,020	0,016	0,038	0,038	0,028	46,74
G	0,18	0,013	0,014	0,017	0,022	0,023	0,033	42,84

Berdasarkan Tabel 5.7, dapat dilihat bahwa penambahan asam palmitat memberikan pengaruh pada persen *swelling*. Rata-rata persen *swelling edible film* berkisar antara 42,84 – 58,10 %. Konsentrasi asam palmitat 0,18 gram memiliki daya serap air paling kecil yaitu 42,84 %. Adapun grafik *swelling (%) edible film* disajikan pada Gambar 5.11.

**Gambar 5. 11.** Grafik *swelling (%) edible film* variasi asam palmitat

Berdasarkan Gambar 5.11, dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi asam palmitat yang ditambahkan maka % *swelling* cenderung menurun yang berarti bahwa proses penyerapan air semakin kecil dan ketahanan airnya semakin meningkat. Penambahan asam palmitat mampu meningkatkan rapat massa *edible film* dan menyebabkan jumlah air yang diserap semakin kecil. Ruang kosong akan diisi oleh asam palmitat yang memiliki sifat hidrofobik sehingga *edible film* yang dihasilkan akan lebih rapat dan meningkatkan ketahanan terhadap air.

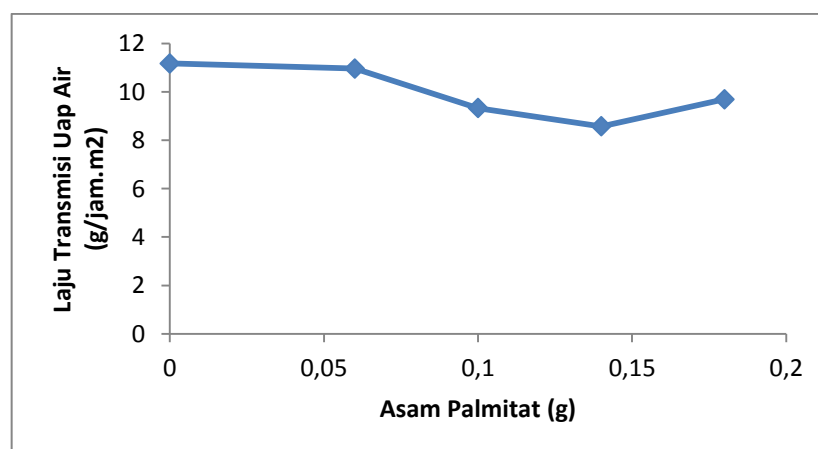
5.3.4 Hasil Uji Laju Transmisi Uap Air

Salah satu fungsi *edible film* adalah menahan migrasi uap air. Untuk mencegah migrasi uap air maka laju transmisi uap air haruslah serendah mungkin. Nilai laju transmisi uap air digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas. Jika laju transmisi uap airnya dapat ditahan maka umur simpan produk akan semakin lama. Pengujian laju transmisi uap air dilakukan pada ke lima sampel dengan variasi penambahan asam palmitat. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8. Data pengujian laju transmisi uap air *edible film*

Sampel	Variasi Asam palmitat (g)	Laju Transmisi Uap Air (g/jam.m ²)
C	0	11,169
D	0,06	10,961
E	0,1	9,325
F	0,14	8,571
G	0,18	9,688

Laju transmisi uap air pada penelitian ini berkisar antara 8,571 – 11,169 g/jam.m². Nilai laju transmisi uap air tertinggi diperoleh pada konsentrasi 0 gram asam palmitat yaitu 11,169 g/jam.m², sedangkan yang terendah pada konsentrasi 0,14 gram asam palmitat yaitu 8,571 g/jam.m². Adapun grafik hasil uji laju transmisi uap air disajikan pada Gambar 5.12.



Gambar 5. 12. Grafik laju transmisi uap air *edible film* variasi asam palmitat

Berdasarkan Gambar 5.12, dapat dilihat bahwa laju transmisi uap air *edible film* menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam palmitat. Penambahan ini mengakibatkan molekul pati semakin rapat akibat adanya penambahan asam palmitat. Konsentrasi asam lemak mempunyai efek yang besar terhadap sifat penghambat uap air *film* yang dihasilkan. Semakin banyak asam lemak yang ditambahkan sifat hidrofobiknya akan semakin besar sehingga laju transmisi uap airnya semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian hidrofilik sehingga rasio hidrofilik – hidrofobik bahan perlu diperhatikan untuk memperoleh nilai WVTR yang tepat (Garcia, 2000).

5.3.5 Hasil Uji Biodegradasi

Edible film dari pati biji melinjo dengan variasi penambahan asam palmitat diuji biodegradasinya. Dimana uji biodegradasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sampel *edible film* menggunakan metode penanaman sampel diatas tanah. Sampel dipotong dengan ukuran $4 \times 1 \text{ cm}^2$ kemudian diletakan diatas tanah, selanjutnya diamati dua hari sekali selama 15 hari untuk mengetahui kemampuan degradasi *edible film*.



(Hari ke-1)



(Hari ke-3)



(Hari ke-5)



(Hari ke-7)



(Hari ke-9)



(Hari ke-11)



(Hari ke-13)



(Hari ke-15)

Uji biodegradasi dilakukan dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi pada sampel *edible film* yang diletakan diatas tanah setiap dua hari sekali selama 15 hari. Uji biodegradasi dilakukan pada *edible film* dengan variasi penambahan asam palmitat sebagai berikut, C (penambahan asam palmitat 0 g), D (penambahan asam palmitat 0,06 g), E (penambahan asam palmitat 0,1 g), F (penambahan asam palmitat 0,14 g), G (penambahan asam palmitat 0,18 g)..

Pada hari ke-3 untuk sampel C, D, E, F, dan G belum terjadi perubahan fisik dan sampel masih utuh. Pada hari ke-5 untuk sampel C, D, dan E tidak terjadi perubahan fisik. Untuk sampel F dan G mulai ditumbuhi jamur pada bagian ujung sampel sekitar 5%. Pada hari ke-7 untuk sampel C dan D masih utuh dan belum terjadi perubahan fisik. Pada sampel E sudah mulai muncul bintik-bintik hitam dan ditumbuhi jamur sekitar 15%, pada sampel F terlihat sampel berwarna hitam kehijauan dan jamur telah menyebar sekitar 30% dan pada sampel G juga terlihat berwarna hitam kehijauan dan pertumbuhan jamur bertambah menjadi 40%.

Pada hari ke-9 untuk sampel C dan D terlihat masih utuh dan belum adanya pertumbuhan jamur. Pada sampel E terlihat pertumbuhan jamur semakin meluas sekitar 20%. Pada sampel F, terlihat juga warna hitam kehijauan dan penyebaran jamur yang semakin meluas sekitar 35%. Begitupun pada sampel G sampel terlihat berwarna hitam kehijauan dan pertumbuhan jamur bertambah sekitar 45%. Pada hari ke-11 untuk sampel C masih tetap utuh, sampel D mulai ditumbuhi jamur sekitar 3%. Pada sampel E pertumbuhan jamur bertambah menjadi 30%, begitupun pada sampel F dan G pertumbuhan jamur semakin meluas yaitu 45% dan 50%.

Pada hari ke-13 untuk sampel C masih utuh, sampel D pertumbuhan jamur sekitar 5%. Pada sampel E pertumbuhan jamur bertambah menjadi 35%. Begitupun pada sampel F dan G pertumbuhan jamur semakin bertambah menjadi 50% dan 65%. Pada hari ke 15 untuk sampel C masih tetap utuh, sampel D tidak adanya penambahan pertumbuhan jamur. Pada sampel E pertumbuhan jamur bertambah menjadi 45%. Begitupun pada sampel F pertumbuhan jamur semakin bertambah menjadi 55% dan pada sampel G pertumbuhan jamur masih tetap sekitar 65%.

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya asam palmitat dapat mempercepat proses biodegradasi ditandai dengan semakin

cepatnya proses pertumbuhan jamur seiring dengan penambahan konsentrasi asam palmitat. Adapun hasil pengamatan biodegradasi ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9. Hasil pengamatan uji biodegradasi *edible film*

No	Hari ke-	Perubahan Kondisi Fisik <i>Edible film</i>				
		C	D	E	F	G
1	1	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh
2	3	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh
3	5	Utuh	Utuh	Utuh	Mulai ditumbuhi jamur sekitar 5%	Mulai ditumbuhi jamur sekitar 5%
4	7	Utuh	Utuh	Berjamur sekitar 15% dan mulai muncul bintik hitam	Berjamur sekitar 30% dan sampel berwarna hitam kehijauan	Berjamur sekitar 40% dan sampel berwarna hitam kehijauan
5	9	Utuh	Utuh	Berjamur sekitar 20%	Berjamur sekitar 35%	Berjamur sekitar 45%
6	11	Utuh	Sampel mulai ditumbuhi jamur sekitar 3%	Berjamur sekitar 30%	Berjamur sekitar 45%	Berjamur sekitar 50%
7	13	Utuh	Berjamur sekitar 5%	Berjamur sekitar 35%	Berjamur sekitar 50%	Berjamur sekitar 65%
8	15	Utuh	Berjamur sekitar 5%	Berjamur sekitar 45%	Berjamur sekitar 55%	Berjamur sekitar 65%

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Gugus fungsi yang terbentuk menunjukkan bahwa *edible film* yang telah disintesis memiliki nilai bilangan gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya, gugus fungsi O-H, C-H, N-H, C-O dari C-O-H, C-O dari C-O-C.
2. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan mengakibatkan nilai kuat tarik semakin menurun dan elongasi semakin meningkat. *Edible film* dengan penambahan 0,6 gram gliserol memiliki nilai kuat tarik terbaik yaitu 19,1912 MPa. Nilai elongasi terbaik yaitu dengan penambahan gliserol 1 gram sebesar 2,1107 %.
3. Penambahan konsentrasi asam palmitat dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi. *Edible film* terbaik yaitu sampel F (penambahan 0,14 gram asam palmitat) menghasilkan sifat mekanik terbaik dengan nilai kuat tarik 15,5049 MPa dan elongasi 2,5810% serta nilai laju transmisi uap air yang rendah.
4. Penambahan konsentrasi asam palmitat dapat menurunkan nilai *swelling* (%) dan laju transmisi uap air, nilai *swelling* terbaik pada konsentrasi asam palmitat 0,18 gram sebesar 42,84 %, dan nilai laju transmisi uap air terbaik pada konsentrasi asam palmitat 0,14 gram sebesar 8,571 g/jam.m². Kemampuan degradasi plastik bertambah seiring bertambahnya konsentrasi asam palmitat, pada penambahan asam palmitat 0,18 gram sampel *edible film* mengalami perubahan fisik ditandai dengan pertumbuhan jamur mencapai sekitar 65% pada hari ke 15.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Mengganti asam palmitat dengan minyak sawit agar *edible film* yang dihasilkan lebih halus.
2. Melakukan variasi waktu pada pengujian penyerapan air (*swelling*).
3. Mengaplikasikan sampel *edible film* pada makanan atau sayuran dan buah-buahan.



DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, M., Sedyadi, E., 2015, Sintesis dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Dari Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera) Dengan *Plasticizer* Gliserol, *J.Sains Dasar*, 4(2) 145-152
- ASTM., 1983, *Annual Book of ASTM Standard*, American Society for Testing and Material, Philadelphia, 247 pp.
- Ban, W., Song, J., Argyropoulos, D.S., Lucia, L.A., 2005, Improving the physical and chemical functionally of Strach – Derived Films with Biopolymers, *Journal of Applied Polymer Science*, 100 : 2542 - 2548
- C.A. Romero-Bastida., L.A. Bello-Perez, M.A. Garcia., M.N. Martino, J. Solorza Feria., N.E. Zaritzky., 2005, Physiochemical and microstructural characterization of films prepared by thermal and cold gelatinization from non-conventional sources of starches, *Carbohydrate Polymers*, 60(2): 235-244
- Cagri, A., Ustunol, Z., Ryser, E.T., 2002, Inhibition of Three Pathogens on Bologna and Summer Sausage Using Antimicrobial Edible films, *J. Food Sci*, 67: 2317-2324
- Chen, C.H., Kuo, W.S., Lai, L.S., 2009, Effect of surfactants on water barrier and physical properties of tapioca starch/decolorized hsian-tsaio leaf gum films, *Food Hydrocolloids* 23(3): 714-721
- Choi, W.J., 2008, Glycerol-based biorefinery for fuels and chemical, *Recent Patents on Biotechnology*, 2(3): 130-133
- Coma, V., 2008, Bioactive packaging technologies for extended shelf-life of meat based products, *Meat science* 78 : 90-103
- Cornela, M., Syarief, R., Effendi, H., Nurtama, B., 2013, Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus* Murr.) dan Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) dalam Pembuatan Bioplastik, *J. Kimia Kemasan*, 35(1): 20-29
- Dallan, P. R. M., Moreira, P. Da Luz., Petinari, L., Malmonge, S.M., Beppu, M. M., Genari, S. C, and Moraes, A. M., 2006, Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties, *Journal of Biomedical Materials Research Part B : Applied Biomaterials*: 394-405
- Dewi,C., Utami,R., Riyadi, N.H., 2012, Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak Melinjo (*Gnetum gnemon* L), *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2): 74-81
- Dhapanel, A., P. Sasikala, L. Rajamani, V. Kavitha, G. Yazhini, and M.S. Banu., 2012, *Edible film* from polysaccharides, *Food science and quality management* 3 : 9-18

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1996, Kandungan Gizi melinjo, Jakarta
- Donhowe, I.G., and Fennema, O.R., 1993, The Effects of Plasticizer on Crystallinity, Permeability and Mechanical Properties of Methylcellulose Films, *Journal Food Process And Presentatif*, 17(4): 247-257
- Dwimayasanti, R., 2016, Pemanfaatan Karagenan Sebagai Edible film, *Oseana*, 12(2): 0216-1877
- E. S. Marbun., 2012, *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa*, Universitas Indonesia.
- Elfiana, T.N., 2016, Sintesis Dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Dari Pati Umbi Ganyong (*Canna Edulis Kerr*)-Gliserol Dengan Nata De Coco Dan Asam Palmitat Sebagai Penghambat Laju Uap Air, *Skripsi*, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Erkmen, O., Barazi, A.O., 2018, General Characteristics of Edible film, *Journal of Food Biotechnology Research*, 2(13)
- Erkmen, O., Bozoglu, T.F., 2016, *Food Microbiology: Principles into Practice*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK. P. 458
- Falguera V, Quintero JP, Jiménez A, Muñoz JA, Ibarz A., 2011, Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci Technol*. 22(6):292–303.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K.A., Suparthana, I.P., 2018, Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Edible film Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*), *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 5(1): 27-35
- Foglia, T.A., Nelson, L.A., Marmer, W.N., 1998, *Production of biodiesel lubricants and fuel and lubricant additives*, Patent US5713965
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L., 1993, Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Barrier Properties at an Edible Wheat Film, *Jurnal of Food Science* 58(1): 206-211
- Hagenmaier, R. D., dan Shaw, P. E., 1990, Moisture permeability of edible films made with fatty acids and hydroxypropyl methylcellulose, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1799-1803.
- Han, J.H., 2014, Innovation in Food Packaging, In : Han JH, Edible films and Coatings : A Review, Academic Press, London, pp: 213-255
- Harsunu, B., 2008, Pengaruh konsentrasi plasticizer gliserol dan komposisi kitosan dalam zat pelarut terhadap sifat fisik edible film dari kitosan, *Skripsi*, Departemen Metalurgi dan Material. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. 105 hlm.
- Helander, I.M., Nurmiaho-Lassila, E.L., Ahvenainen, R., Rhoades, J., Roller, S., 2001, Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of

- Gram-negative bacteria, *International Journal of Food Microbiology* 71 (2–3), 235–244
- Hosokawa, J., Nishiyama, M., Yoshihara, K., Kubo, T., 1990, *Biodegradable film derived from chitosan and homogenized cellulose*, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 29 (5), 800–805.
- Huri, D., Nisa, F.C., 2014, Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible film, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4): 29-40
- Jacob, A.M., Nugraha, R. dan Utari, S.P.S.D., 2014, Pembuatan Edible film dari Pati Buah Lindur dengan Penambahan Gliserol dan Karaginan, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1): 14-21.
- JIS (*Japanese Industrial Standard*) 2 1707., 1975, Japanese Standards Association
- Julianti., Elisa., Mimi,N., 2006, Buku Ajar : *Teknologi Pengemasan*, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Krochta, J. M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O., 1994, *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*, Technomic Publishing Company, Lancaster, 379 pp.
- Krochta, J.M. and Johnston, D.M., 1997, Edible and *Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities*, *Food Technology*, 51(2): 61-72.
- Kusumawati, D. H., dan W. D. R. Putri., 2013, Karakteristik Fisik dan Kimia Edible film Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1 (1):90-100.
- Lismawati., 2017, Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible film* Dari Pati Kentang (*Solanum tuberosum L.*), *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alanuddin Makasar
- Mandei, J.H., Muis,A., 2018, Pengaruh Konsentrasi Karaginan, Jenis dan Konsentrasi Lipid Pada Pembuatan Edible Coating/Film dan Aplikasinya pada Buah Tomat Apel dan Kue Nogat, *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 10(1): 25-36
- Myrna, O.N.C., 1994, Edible Coating and Film Based Polisacaca Haridesh dalam J.M . Krochta, E.A. Baldwin and M.O., Nisperos – Corriedo (eds), *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*, Technomic Pulb. Co. Inc. Lancoaster, Basd
- Pangesti, A.D., Rahim, A., Hutomo, G.S., 2014, Karakteristik Fisik, Mekanik dan Sensoris Edible film dari Pati Talas Pada Berbagai Konsentrasi Asam Palmitat, *J. Agrotekbis* 2 (6) : 604-610, ISSN : 2338-3011
- Park, S.-I., Zhao, Y., 2004. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based *films*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(7), 1933–1939.

- Pilla, Srikhath., 2011, Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications, USA, University of Wisconsin-Madison
- Purwanti, A., 2010, Analisis Kuat tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol, *Jurnal Teknologi*, 3(2): 99-106
- Rahmat N, Abdullah AZ, Mohamed AR., 2010 Recent progress on innovative and potential technologies for glycerol transformation into fuel additives: a critical. *Renewable dan Sustainable Energy Reviews* 2010;14:987–1000.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B., Pambayun, R., 2012, Perbaikan Sifat Mekanika dan Laju Transmisi Uap Air Edible film dari Pati Gayong dengan Menggunakan Lilin Lebah dan Surfaktan, *Agritech* 32(1): 9-14
- Saputro, B.W., Dewi, E.N., Susanto, E., 2017, Karakteristik Edible film dari Tepung Semirefined Karaginan Dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol, *J.Peng. dan Bioktek. Hasil Pi*, 6(2): 2442-4145
- Shabrina, A.N., Abduh, S.B.M., Hinoto, A., Pratama, Y., 2017, Sifat Fisik Edible film yang Terbuat dari Tepung Pati Umbi Garut dan Minyak Sawit, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6(3) : 138-142
- Stephen, A.M., Philips, G.O., Williams, P.A., 2006, Food Polysaccharides and Their Applications, CRC Press, Taylor dan Francis Group, 2nd edition
- Subhas, C., Pathik, M.S., 2014, Edible Polymers: Challenges and Opportunities, *Kournal of Polymers*, Vol 2014, Article ID 427259
- Ummah, Nathiqoh Al., 2013, Uji Ketahanan *Biodegradable* Plastic Berbasis Tepung Biji Durian(*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya”.*Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C., 2009. *Characterization of chitosan–oleic acid composite films*, *Food*, 23(2): 536–547.
- Vedder, T., 2008, *Edible film*, CRC Press, London
- Winarno, F.G., 1995, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 115 hlm.
- Winarno, F.G., 1997, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia, Jakarta
- Winarti, C., Miskiyah, dan Widaningrum., 2012, Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati, *Jurnal Litbang Pertanian* 31(3):85-93
- Zulferiyenni., Marniza., Sari, E.N., 2014, Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Tapioka Terhadap Karakteristik *Biodegradable* Film Berbasis Ampas Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*), *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3): 257-273

LAMPIRAN*Lampiran 1 Edible film*

(Gliserol 0,6 g)



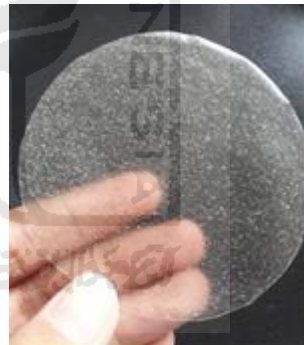
(Gliserol 0,8 g)



(Gliserol 1 g)



(Asam palmitat 0,06 g)



(Asam palmitat 0,1g)



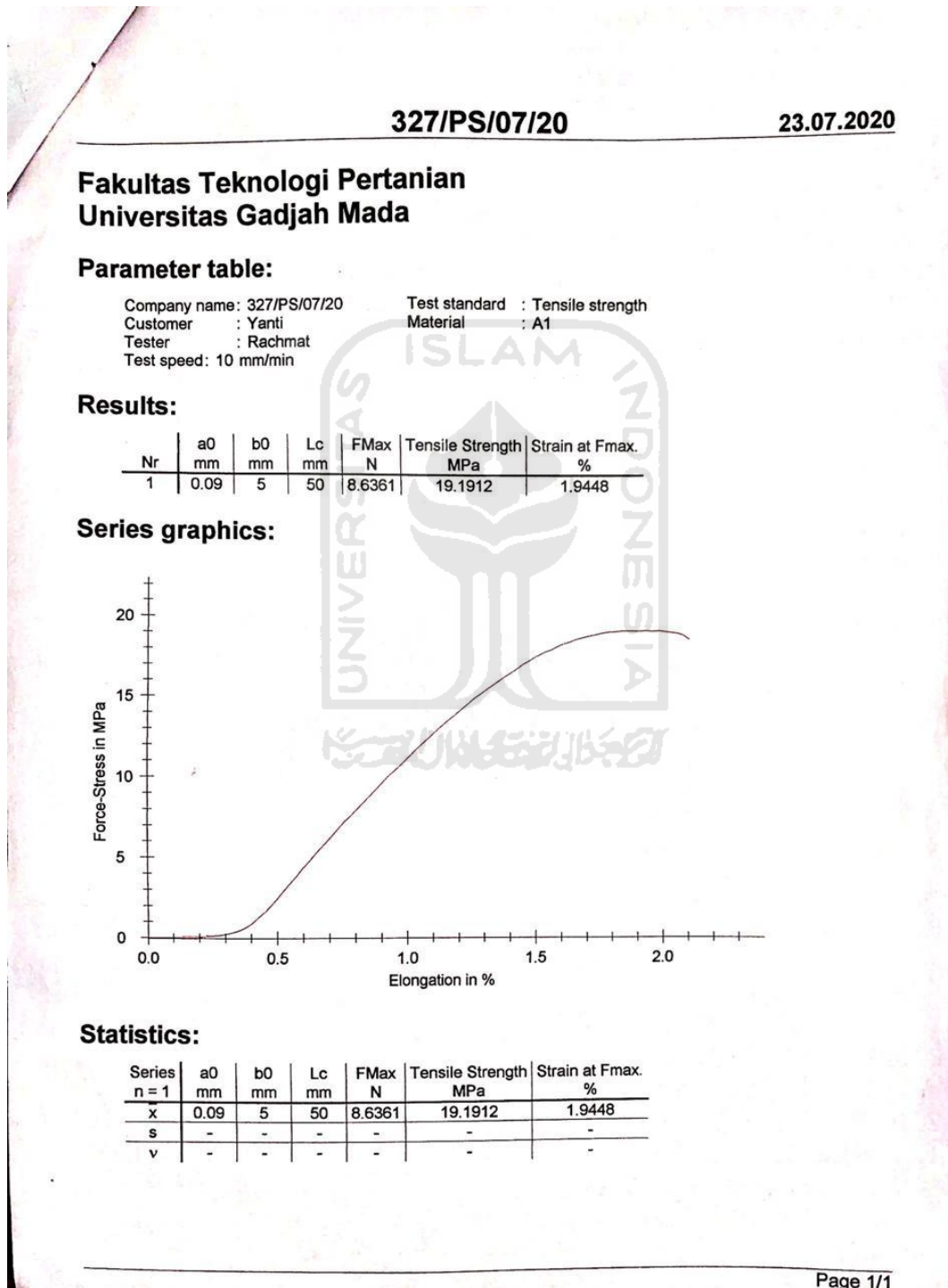
(Asam palmitat 0,14 g)



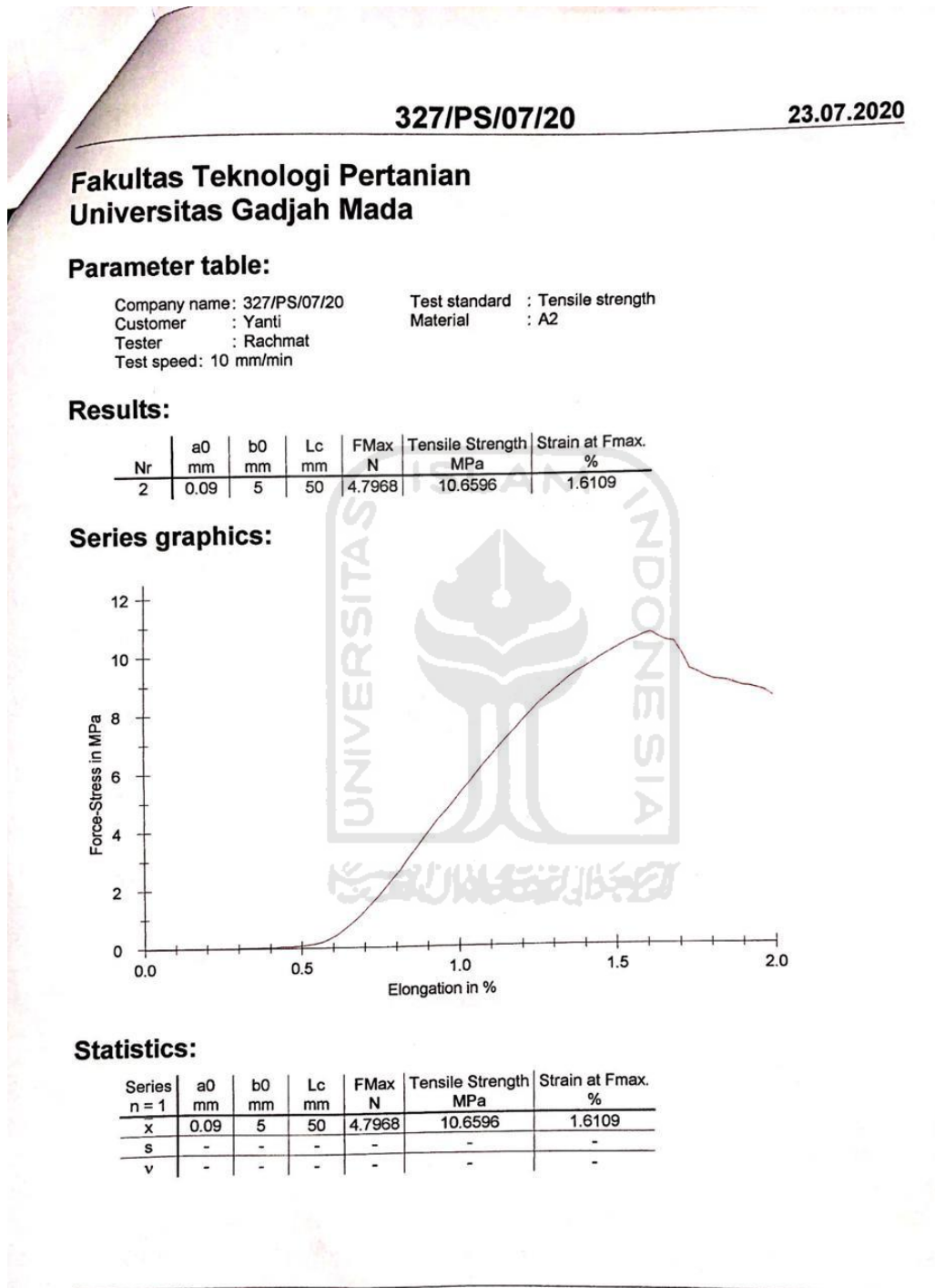
(Asam palmitat 0,18 g)

Lampiran 2 Sifat mekanik *edible film* variasi gliserol

a. Gliserol 0,6 gram



b. Gliserol 0,8 gram



c. Gliserol 1 gram

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada

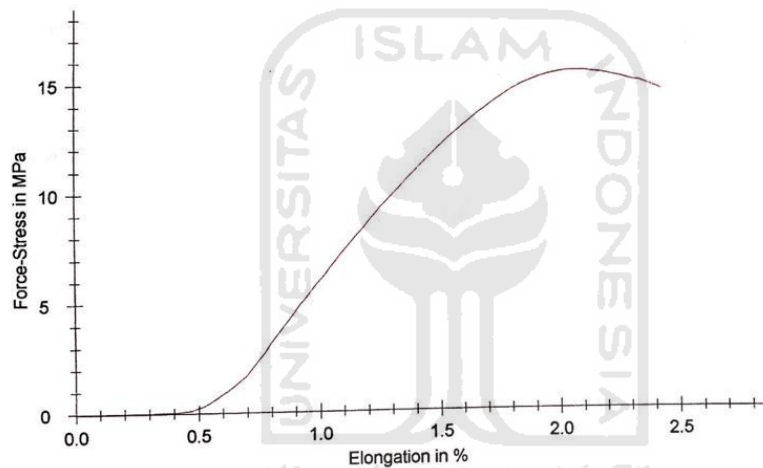
Parameter table:

Company name: 327/PS/07/20 Test standard : Tensile strength
 Customer : Yanti Material : A3
 Tester : Rachmat
 Test speed: 10 mm/min

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
3	0.13	5	50	10.1848	15.6689	2.1107

Series graphics:

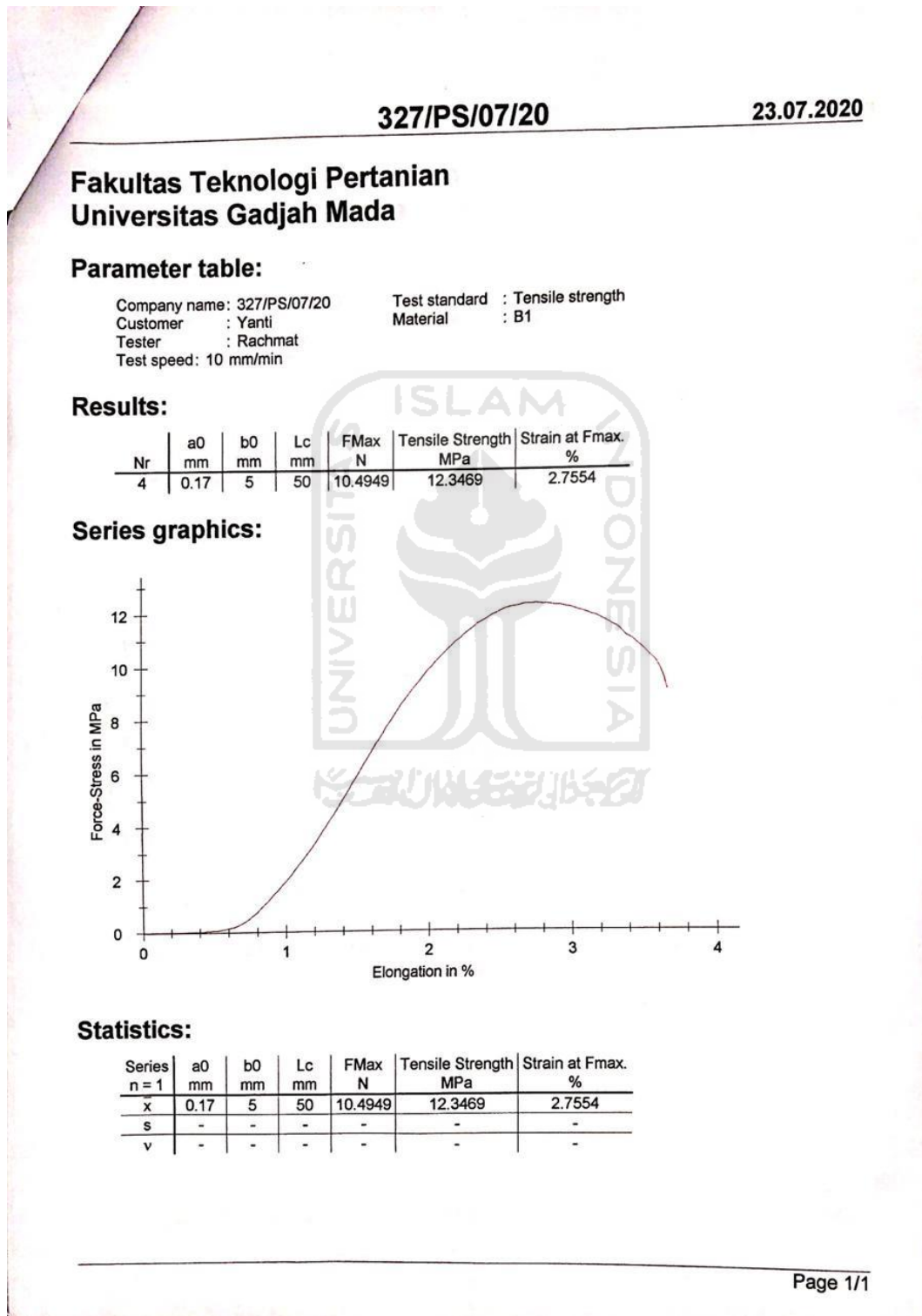


Statistics:

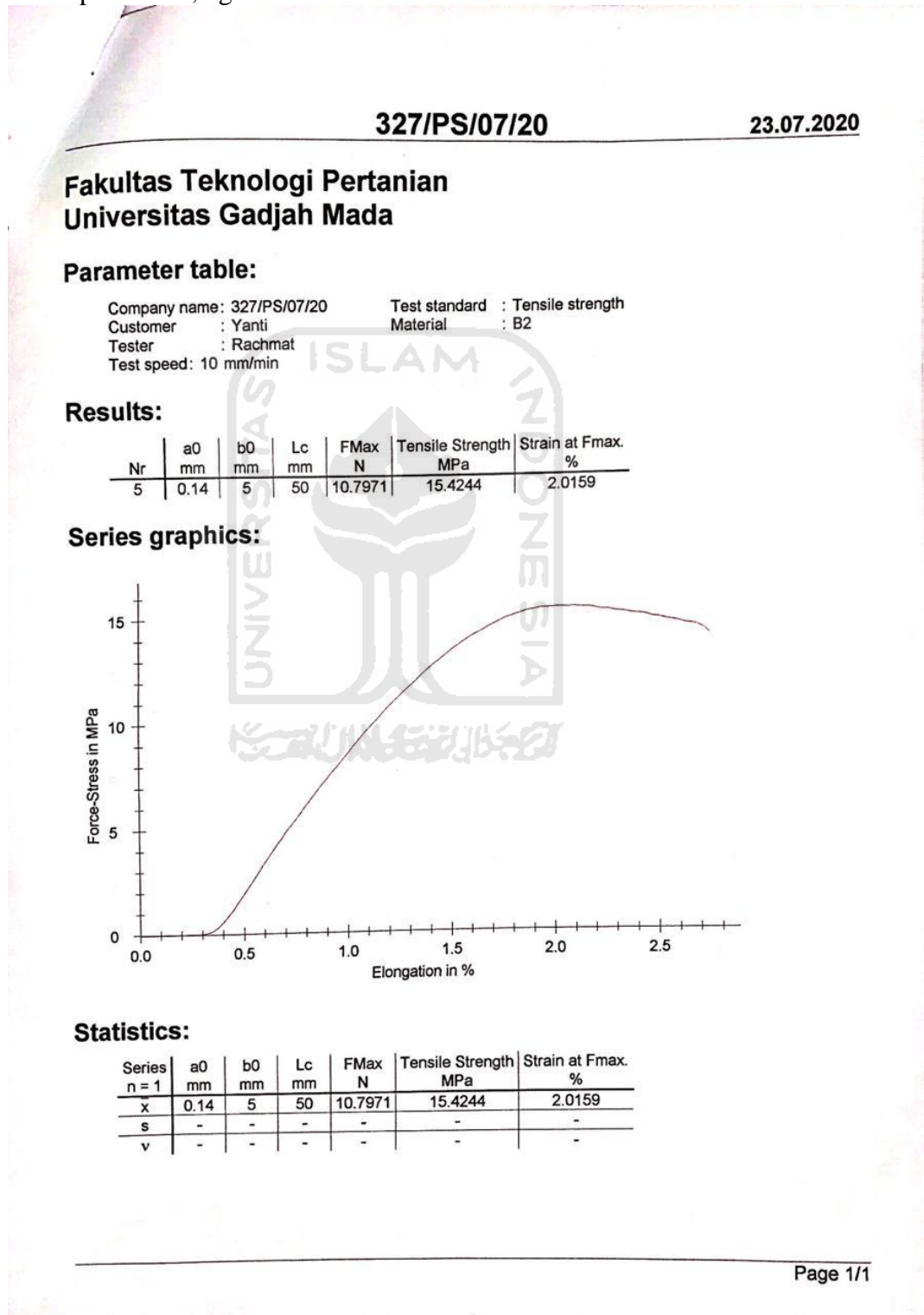
Series n = 1	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.13	5	50	10.1848	15.6689	2.1107
s	-	-	-	-	-	-
v	-	-	-	-	-	-

Lampiran 3 Sifat mekanik *edible film* variasi asam palmitat

a. Asam palmitat 0,06 gram



b. Asam palmitat 0,1 gram



c.

c. Asam palmitat 0,14 gram

327/PS/07/20

23.07.2020

**Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada**

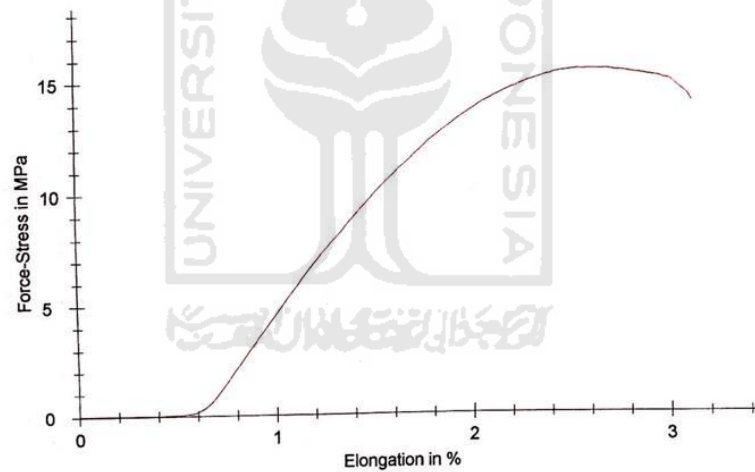
Parameter table:

Company name: 327/PS/07/20 Test standard : Tensile strength
Customer : Yanti Material : B3
Tester : Rachmat
Test speed: 10 mm/min

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
6	0.13	5	50	10.0782	15.5049	2.5810

Series graphics:



Statistics:

Series n = 1	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
\bar{x}	0.13	5	50	10.0782	15.5049	2.5810
s	-	-	-	-	-	-
v	-	-	-	-	-	-

d. Asam palmitat 0,18 gram

327/PSI/07/20

23.07.2020

**Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada**

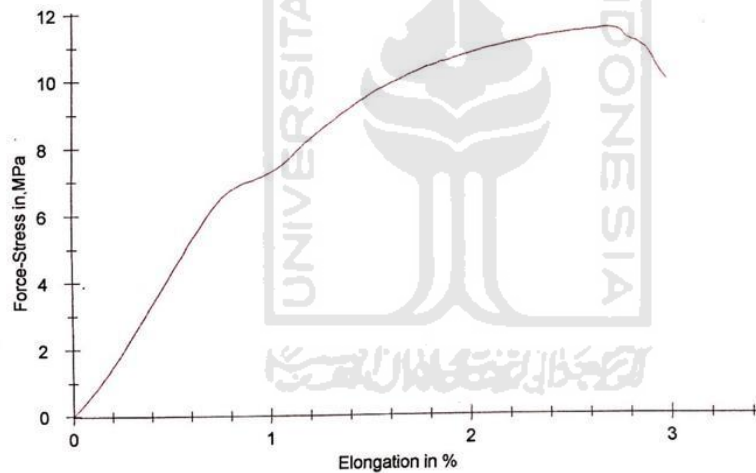
Parameter table:

Company name: 327/PSI/07/20 Test standard : Tensile strength
Customer : Yanti Material : B4
Tester : Rachmat
Test speed: 10 mm/min

Results:

Nr	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
7	0.15	5	50	8.5735	11.4313	2.6916

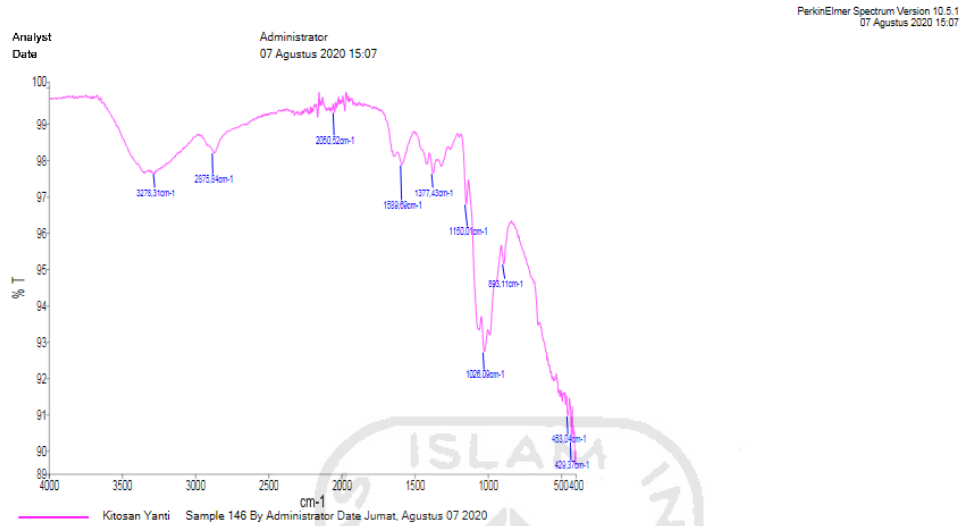
Series graphics:



Statistics:

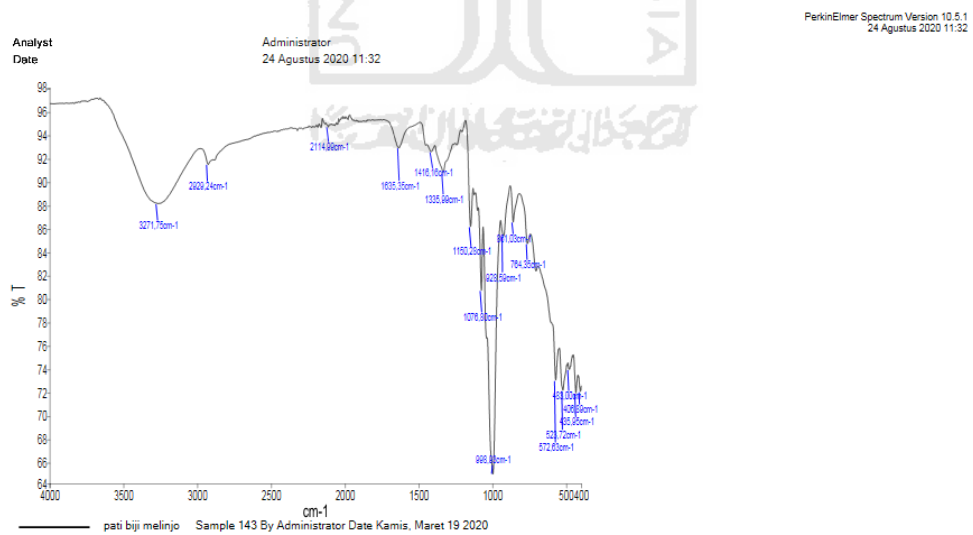
Series n = 1	a0 mm	b0 mm	Lc mm	FMax N	Tensile Strength MPa	Strain at Fmax. %
x	0.15	5	50	8.5735	11.4313	2.6916
s	-	-	-	-	-	-
v	-	-	-	-	-	-

Lampiran 3 Hasil FTIR



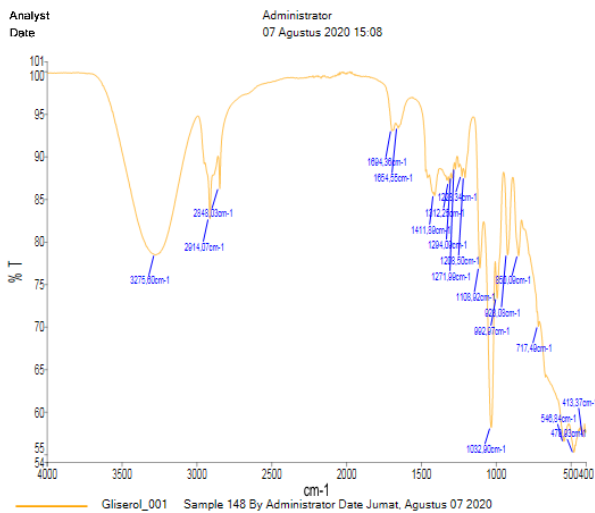
List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1) (cm-1) (cm-1)	Y (%T) (%T) (%T)
1	3278.31	97.66

Page 1

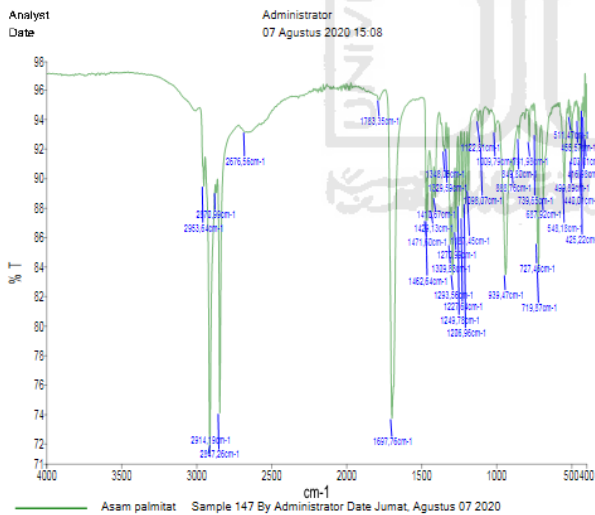


List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1)	Y (%T)
1	3271.75	88.23

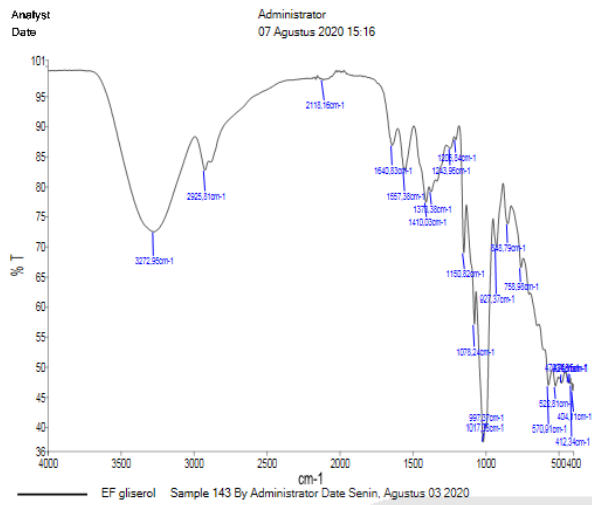
Page 1



List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1) (cm-1) (cm-1)	Y (%T) (%T) (%T)
1	3275.6	78.5

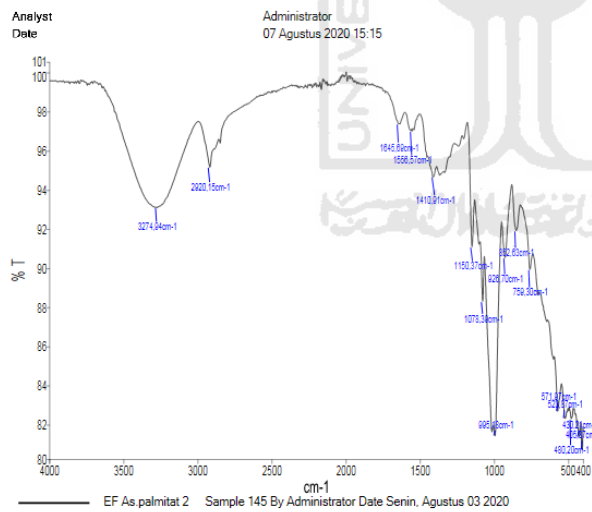


List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1) (cm-1) (cm-1)	Y (%T) (%T) (%T)
1	2953.64	89.5



List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1)	Y (%T)
1	3272.95	72.55

Page 1



List of Peak Area/Height		
Peak Number	X (cm-1)	Y (%T)
1	3274.94	93.12

Page 1

Lampiran 4 Perhitungan Pengenceran

Pembuatan Asam Asetat (CH_3COOH) 1 % dari Asam Asetat (CH_3COOH) 100 %

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100\% \cdot V1 = 1\% \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V1 = 1 \text{ mL}$$



Lampiran 5 Perhitungan Swelling (%)

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{W-w_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan : W_0 = berat sampel kering (g)

W = berat sampel setelah perendaman (g)

1. Sampel C (Asam Palmitat 0 g)

I. $W_0 = 0,010$ $W = 0,022$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,022-0,010}{0,022} \times 100\% = 54,55 \%$$

II. $W_0 = 0,011$ $W = 0,026$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,026-0,011}{0,026} \times 100\% = 57,69 \%$$

III. $W_0 = 0,011$ $W = 0,029$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,029-0,011}{0,029} \times 100\% = 62,07 \%$$

2. Sampel D (Asam Palmitat 0,06 g)

I. $W_0 = 0,13$ g $W = 0,025$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,025-0,013}{0,025} \times 100\% = 48 \%$$

II. $W_0 = 0,013$ g $W = 0,030$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,030-0,013}{0,030} \times 100\% = 56,67 \%$$

III. $W_0 = 0,012$ g $W = 0,023$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,023-0,012}{0,023} \times 100\% = 47,83 \%$$

3. Sampel E (Asam palmitat 0,1 g)

I. $W_0 = 0,014$ g $W = 0,026$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,026-0,014}{0,026} \times 100\% = 46,15 \%$$

II. $W_0 = 0,013$ g $W = 0,026$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,026-0,013}{0,026} \times 100\% = 50 \%$$

III. $W_0 = 0,014$ g $W = 0,028$ g

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,028-0,014}{0,028} \times 100\% = 50 \%$$

4. Sampel F (Asam Palmitat 0,14 g)

I. $W_0 = 0,019 \text{ g}$ $W = 0,038 \text{ g}$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,038 - 0,019}{0,038} \times 100\% = 50 \%$$

II. $W_0 = 0,020 \text{ g}$ $W = 0,038 \text{ g}$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,038 - 0,020}{0,038} \times 100\% = 47,37 \%$$

III. $W_0 = 0,016 \text{ g}$ $W = 0,028 \text{ g}$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,028 - 0,016}{0,028} \times 100\% = 46,74 \%$$

5. Sampel G (Asam palmitat 0,18 g)

I. $W_0 = 0,013 \text{ g}$ $W = 0,022 \text{ g}$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,022 - 0,013}{0,022} \times 100\% = 40,9 \%$$

II. $W_0 = 0,014 \text{ g}$ $W = 0,023 \text{ g}$

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,023 - 0,014}{0,023} \times 100\% = 39,13 \%$$

III. $W_0 = 0,017 \text{ g}$ $W = 0,033 \text{ g}$

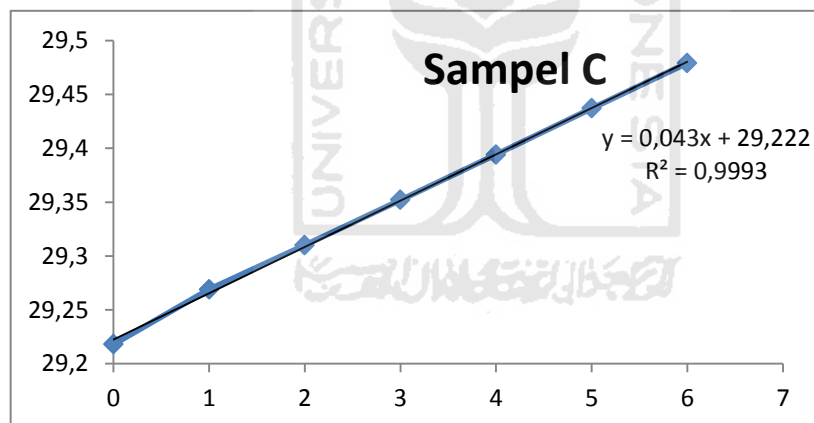
$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{0,0333 - 0,017}{0,0333} \times 100\% = 48,48 \%$$

Lampiran 6 Perhitungan Laju Transmisi Uap Air

1. Asam Palmitat 0 gram

Jam ke-	Massa (g)
0	29,218
1	29,269
2	29,31
3	29,352
4	29,394
5	29,437
6	29,479

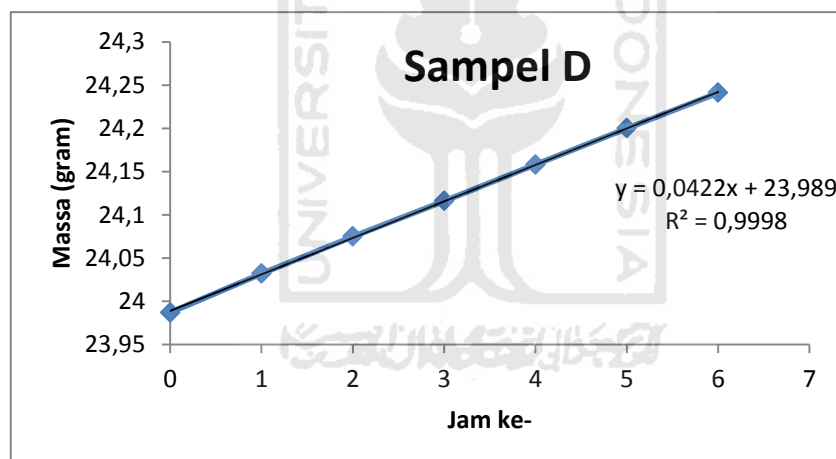
$$\begin{aligned}
 \text{Luas perm. Plastik} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 (3,5 \text{ cm})^2 \\
 &= 3,14 \cdot 12,25 \text{ cm}^2 \\
 &= 38,465 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,00385 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{WVTR} &= \frac{\text{Slope kenaikan cawan } \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{\text{Luas permukaan plastik } (\text{m}^2)} \\
 &= \frac{0,043 \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{0,00385 (\text{m}^2)} = 11,169 \text{ g/jam. m}^2
 \end{aligned}$$

2. Asam Palmitat 0,06 gram

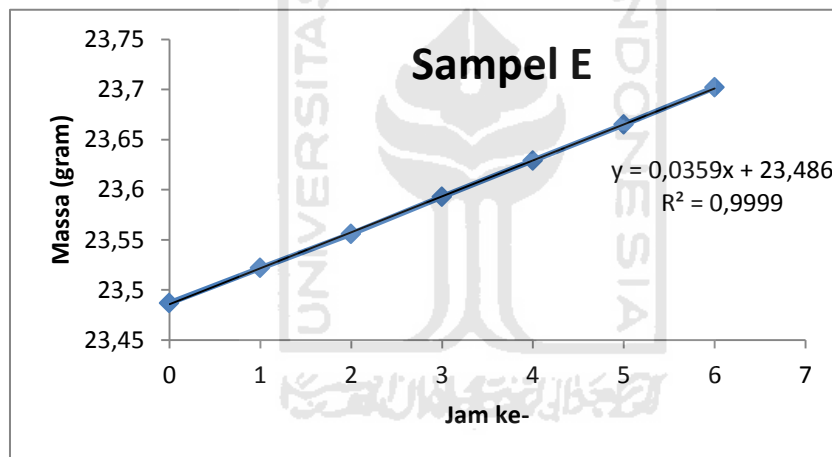
Jam ke-	Massa (g)
0	23,987
1	24,032
2	24,075
3	24,116
4	24,158
5	24,2
6	24,241



$$\begin{aligned}
 \text{WVTR} &= \frac{\text{Slope kenaikan cawan } \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{\text{Luas permukaan plastik } (\text{m}^2)} \\
 &= \frac{0,0422 \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{0,00385 (\text{m}^2)} = 10,961 \text{ g/jam.m}^2
 \end{aligned}$$

3. Asam Palmitat 0,1 gram

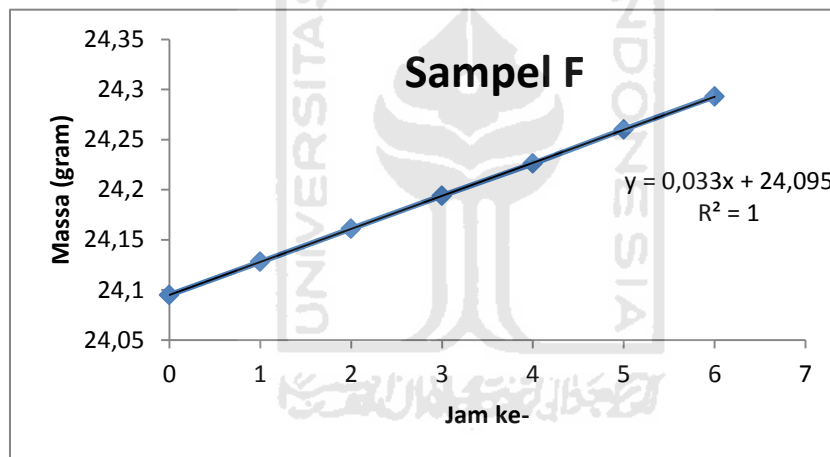
Jam ke-	Massa (g)
0	23,487
1	23,522
2	23,556
3	23,593
4	23,629
5	23,665
6	23,702



$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{\text{Slope kenaikan cawan } \left(\frac{g}{\text{jam}}\right)}{\text{Luas permukaan plastik } (m^2)} \\ &= \frac{0,0395 \left(\frac{g}{\text{jam}}\right)}{0,00385 (m^2)} = 9,325 \text{ g/jam} \cdot m^2 \end{aligned}$$

4. Asam Palmitat 0,14 gram

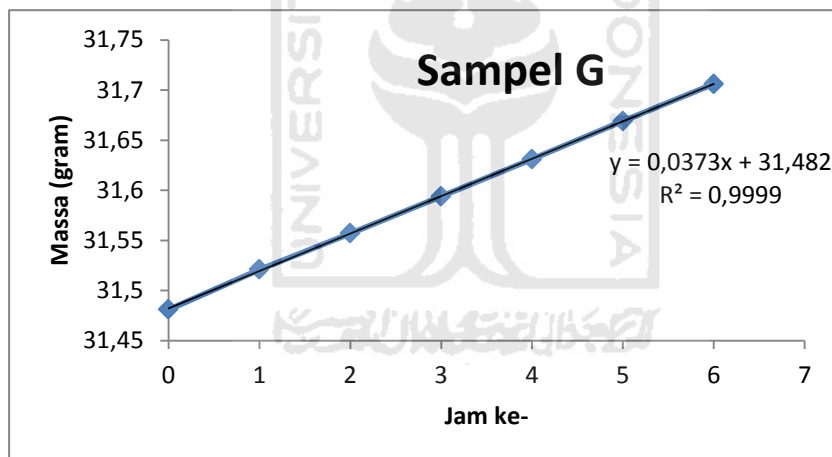
Jam ke-	Massa (g)
0	24,095
1	24,128
2	24,161
3	24,194
4	24,226
5	24,26
6	24,293



$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{\text{Slope kenaikan cawan } \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{\text{Luas permukaan plastik } (\text{m}^2)} \\ &= \frac{0,0333 \left(\frac{\text{g}}{\text{jam}}\right)}{0,00385 (\text{m}^2)} = 8,571 \text{ g/jam.m}^2 \end{aligned}$$

5. Asam Palmitat 0,18 gram

Jam ke-	Massa (g)
0	31,481
1	31,521
2	31,557
3	31,594
4	31,631
5	31,669
6	31,706



$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{\text{Slope kenaikan cawan } \left(\frac{g}{\text{jam}}\right)}{\text{Luas permukaan plastik } (m^2)} \\ &= \frac{0,0373 \left(\frac{g}{\text{jam}}\right)}{0,00385 (m^2)} = 9,688 \text{ g/jam} \cdot m^2 \end{aligned}$$