

**PENGARUH PENAMBAHAN KARAGENAN TERHADAP
KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI BIJI NANGKA
(*Artocarpus heterophyllus*) DENGAN *PLASTISIZER*
POLIETILEN GLIKOL (PEG)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
Nur Azizah
NIM. 17036026**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

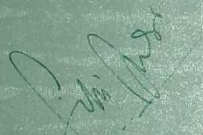
PENGARUH PENAMBAHAN KARAGENAN TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) DENGAN *PLASTISIZER* POLIETILEN GLIKOL (PEG)

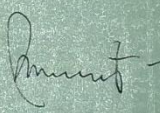
Nama : Nur Azizah
NIM : 17036026
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002


Dr. Indang Dewata, M.Si.
NIP. 19651118 199102 1 003

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

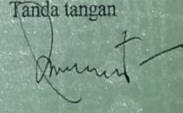
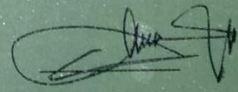
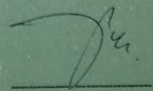
Nama : Nur Azizah
NIM : 17036026
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH PENAMBAHAN KARAGENAN TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) DENGAN *PLASTISIZER* POLIETILEN GLIKOL (PEG)

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Indang Dewata, M.Si.	
Anggota	: Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D.	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D.	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nur Azizah
NIM : 17036026
Tempat/Tanggal lahir : Limau Lunggo/ 26 Oktober 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) Dengan Plastisizer Polietilen Glikol (PEG)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Agustus 2021
Yang menyatakan



Nur Azizah
NIM : 17036026

Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Karakteristik *Edible film* dari Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan *Plastisizer Polietilen Glikol (PEG)*

Nur Azizah

ABSTRAK

Edible film merupakan plastik tipis dengan ketebalan kurang dari 0.25 mm dan berfungsi untuk melindungi produk makanan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum penambahan karagenan pada *edible film* yang terbuat dari pati biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan *plastisizer* polietilen glikol terhadap struktur kimia *edible film* dan sifat fisik, mekanik, biodegradasi, serta membandingkan sifat mekanik *edible film* yang didapatkan dengan nilai standar *edible film* menurut *Japanese Industrial Standar (JIS) Z1707*. Penelitian eksperimen ini dengan penambahan polietilen glikol 4% sebagai *plastisizer* dan memvariasikan konsentrasi penambahan karagenan yaitu 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2%. Hasil maksimum dari sifat mekanik yang diperoleh adalah pada penambahan karagenan 1,5% dengan nilai kuat tarik yaitu 13,315 Mpa, elastisitas yaitu 1449,675 Mpa, sedangkan elongasi akan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan karagenan. Hasil maksimum dari sifat fisik yang diperoleh adalah nilai derajat pengembangan (*swelling*) pada penambahan 1,5% yaitu 302,41% dan ketebalan kandungan air serta biodegradasi akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan penambahan karagenan. Spektra FTIR *Edible film* tanpa penambahan karagenan dengan *Edible film* penambahan karagenan 1,5% menunjukkan adanya ikatan O-H pada panjang gelombang 3600–3000 cm^{-1} , ikatan C-H pada panjang gelombang 3000-2800 cm^{-1} , ikatan C=O (karbonil) pada panjang gelombang 1637,65 cm^{-1} dan ikatan C-O ester pada panjang gelombang 950–1150 cm^{-1} . Derajat kristalinitas *edible film* tanpa penambahan karagenan sebesar 90,23% dan dengan penambahan karagenan sebesar 85,12%. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sifat fisik dan sifat mekanik *Edible film* yang didapatkan pada penelitian telah memenuhi standar JIS Z1707 *edible film*.

Kata Kunci : Biji Nangka, *edible film*, PEG, karagenan

Effect of Carrageenan Addition on Edible Film Characteristics of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Seeds With Plastisizer Polyethylene Glycol (PEG)

Nur Azizah

ABSTRACT

Edible film is a thin plastic with a thickness of less than 0,25 mm and serves to protect food products. The purpose of the study is to define an optical condition of the additions of carrageenan on the edible film of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) with plaster polyethylene glycol to the chemical structure of edible film and the physical properties, mechanical, biodegradation, and to compare the mechanical properties of the film derived with the default value of the edible film (JIZ) ZI 707. This experiment with polyethylene augments of glycol 4% as plastisizer and varies in carragenan added concentrations: 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%. The maximum result of the mechanical nature gained was in a 1.5% share of 1.5% with a strong attractive value of 13.315 mpa, elasticity 1449.675mpa, whereas elongation would suffer decline with the increased ownership. The maximum yield of the acquired physical properties is increased by 1.5% added to 302.41% and the thickness of water and biodegradation will increase as the increase. The spectra for edible movies with an edible movie additions of grace on the O-H wavelength $3600-3000\text{ cm}^{-1}$, the C-H attachment on the wavelength of $3000-2800\text{ cm}^{-1}$, the C-O dash (carbon) on the wavelength of $1637,65\text{ cm}^{-1}$ and the C-O ester attachment on the wavelength of 1150 cm^{-1} . The crystalline edible degrees of film without an additional 90.23% and with an extra 85.12%. From research which has been done gained the physical properties and the mechanical nature of the movie gained on research has met the standard JIZ ZI 707 edible film.

Key words: Jackfruit, *Edible Film*, PEG, Carrageenan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberi rahmat yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Karakteristik *Edible film* dari Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Plastisizer Polietilen Glikol (PEG)”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan, dorongan serta semangatnya kepada :

1. Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si selaku dosen pembimbing dan panasehat akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses pengerjaan skripsi.
2. Bapak Ananda Putra, M.Si, Ph.D dan Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D sebagai dosen penguji.
3. Ibuk Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D selaku ketua prodi Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia Fakiltas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Bapak dan Ibu Pranata Laboratorium Kimia beserta karyawan/ti Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Padang.

7. Orang tua, kakak, adik dan keluarga selaku pihak yang memberikan semangat dan dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulisan skripsi ini telah dilakukan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik mengenai isi maupun hal-hal yang berkaitan dengan penyusunan. Untuk kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2021

Nur Azizah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Biji Nangka	6
B. <i>Edible Film</i>	9
C. <i>Plastisizer</i>	11
D. Keragenan	13
E. Pengujian Karakteristik <i>Edible Film</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Variabel Penelitian	21
C. Alat dan Bahan	21
D. Prosedur Penelitian	22
E. Desain Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Serbuk Biji Nangka	30
B. <i>Edible Film</i>	32
C. Karakterisasi <i>Edible Film</i> Dengan Penambahan Karagenan	33
BAB V PENUTUP	48
A. Kesimpulan	48

B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Biji Nangka (Kasfillah, 2013)	7
2. struktur amilosa (Moran et al., 2012).....	8
3. struktur amilopektin (Moran et al., 2012)	8
4. mekanisme <i>plastisizer</i>	12
5. struktur polietile glikol.....	13
6. struktur Kappa karagenan.....	14
7. Instrumen FTIR Laboratorium Kimia, FMIPA Universitas.....	19
8. X-ray Diffraction (XRD) Laboratorium Fisika UNP.....	20
9. Spektra FTIR dan serbuk biji nangka	31
10. Hasil uji Iodin serbuk biji nangka.....	32
11. <i>Edible filmpati</i> biji nangka.....	32
12. pengaruh penambahan karagenan terhadap ketebalan <i>edible film</i>	34
13. pengaruh penambahan karagenan terhadap kandungan air <i>edible film</i>	35
14. pengaruh penambahan karagenan terhadap Swelling <i>edible film</i>	37
15. pengaruh penambahan karagenan terhadap kuat tarik <i>edible film</i>	38
16. pengaruh penambahan karagenan terhadap elongasi <i>edible film</i>	40
17. pengaruh penambahan karagenan terhadap elastisitas <i>edible film</i>	41
18. pengaruh penambahan karagenan terhadap biodegrdasi <i>edible film</i>	43
19. hasil uji FTIR <i>edible film</i>	44
20. Difraktogram <i>Edible filmtanpa</i> dan dengan penambahan karagenan.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar plastic SNI dan <i>Edible film</i> (JIS Z1707, 1975).....	14
2. Daftar bilangan gelombang jenis ikatan (Prof. Dr. Dachriyanu, 2004)	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Ekstraksi Pati Biji Nangka.....	56
2. Pembuatan <i>Edible film</i> + karagenanan.....	57
3. Uji Ketebalan <i>Edible film</i>	58
4. Uji Kandungan Air.....	58
5. Derajat Penggembungan (Swelling)	59
6. Uji Kuat Tarik (<i>Tensile strenght</i>).....	59
7. Uji Kuat Pemanjangan atau Elongitas.....	60
8. Uji Elastisitas (Modulus Young)	60
9. Uji Biodegradasi <i>Edible film</i>	61
10. Karakterisasi Struktur Menggunakan FTIR	62
11. karakterisasi dengan menggunakan XRD	62
12. Data Elongasi Variasia Penambahan PEG	62
13. Data Ketebalan <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan.....	63
14. Data Kuat Tarik <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan	63
15. Data Elastisitas <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan.....	64
16. Data Elongasi <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan.....	64
17. Data Kandungan Air <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan	65
18. Data penggembungan <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan.....	67
19. Data Uji Biodegradasi <i>Edible film</i> Dengan Penambahan Karagenan	69
20. Data Persentase Derajat Kristalisasi	71
21. Spektra FTIR	73
22. XRD	76
23. Dokumentasi Penelitian.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari telah menyebabkan masalah yang serius bagi lingkungan. Limbah plastik yang sulit terurai oleh mikroorganisme akan menumpuk sampai ratusan tahun yang berdampak pada pencemaran lingkungan (Dewata & Tarmizi, 2015). Menurut data statistik domestik sampah plastik, Indonesia menduduki peringkat kedua sebesar 5,4 juta ton pertahun atau 14 persen dari total produksi sampah (Handayani & Wijayanti, 2015). Pada tahun 2015 pemakaian sampah plastik di Indonesia menurut Asosiasi Industri Olefin dan Plastik Indonesia (INAPLAS) mencapai 17 Kg/kapita (Sagu et al., 2017). Program lingkungan PBB bulan juni 2006 menyatakan terdapatnya 46.000 sampah plastik dilaut setiap mil persegi (Nasution, 2015). Limbah-limbah plastik di laut akan terdegradasi menjadi partikel kecil yang disebut mikroplastik. Dimana organisme laut yang tidak sengaja tercerna mikroplastik akan mengakibatkan penyumbatan pada proses pencernaan sehingga mengakibatkan kematian (Warni & Dewata, 2021).

Salah satu penyebab penumpukan sampah plastik yaitu penggunaan plastik pada produksi pangan sebagai pengemas makanan. Plastik pengemas makanan terbuat dari bahan baku fosil atau gas alam dan minyak bumi sehingga sulit untuk diuraikan, selain memberikan dampak pada lingkungan juga dapat memberikan dampak pada kesehatan (Zain & Nugraha, 2018). Monomer bahan plastik dapat berpindah ke makanan apabila semakin lama kontak makanan dengan plastik

(Natalia & Ristianingsih, 2019). Oleh sebab itu dibutuhkan alternatif plastik yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah bioplastik.

Bioplastik atau plastik *biodegradeble* merupakan plastik yang mudah terdegradasi di lingkungan oleh aktivitas mikroorganisme alami seperti bakteri, gangga dan jamur (Krayukhina et al., 2014). Plastik ini mempunyai fungsi yang sama dengan plastik konvensional atau sintesis. Bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradeble* berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. *Edible film* merupakan salah satu bioplastik atau plastik *biodegradeble* yang memiliki kemampuan untuk mengurangi permasalahan plastik kemasan (Thakur et al., 2016).

Edible film merupakan plastik tipis dengan ketebalan kurang dari 0,25 mm yang berfungsi untuk melindungi produk makanan (Paul, 2020). *Edible film* terbuat dari polimer alami yang banyak terdapat di alam seperti lipid, protein dan polisakarida terutama pati (Chillo., 2018). Pati merupakan biopolimer kompleks yang banyak dipakai dalam pembuatan *edible film*, dikarenakan pati mempunyai sifat mudah terurai, sukar larut dalam air dan mudah didapatkan. Sifat hidrofilik yang dimiliki pati sehingga dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* (Hidayah, Damajanti, & Puspawiningtiyas, 2015).

Pemanfatan buah nangka yang cenderung pada daging buahnya saja sehingga biji nangka banyak dibuang menjadi limbah, dimana biji nangka memiliki kandungan pati yang tinggi (Hidayah et al., 2015). Dalam 100 gram biji nangka terdapat 36,7 gram karbohidrat dengan kandungan pati 94,5% (Dermawan

et al., 2020). Menurut Rozikhin et al.,(2019) kandungan pati pada biji nangka yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*.

Edible film dari pati murni memiliki beberapa kelemahan seperti kaku, mudah pecah dan kurang fleksibel, sehingga di perlukan penambahan *plastisizer*. *Plastisizer* yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol, sorbitol dan polietilen glikol (Herrmann & Bucksch, 2014). Menurut penelitian (Fransiska et al., 2018) *polietilen glikol* (PEG) sebagai *plastisizer* dapat menurunkan kuat tarik dengan mengurangi gaya antar molekul sehingga meningkatkan nilai elongasi *edible film*. Oleh karena itu dilakukan penambahan biopolimer lain yang dapat meningkatkan kekuatan *edible film*.

Karagenan merupakan polisakarida dengan berat molekul yang tinggi yang di ekstrak dari rumput laut (Fardhayanti et al., 2015). Karagenan yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis kappa karagenan yang banyak mengandung gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa, gugus ini lebih bersifat hidrofobik (Rusli, Metusalach, & Tahir, 2017). Penelitian tentang pengaruh konsentrasi karagenan terhadap karakterisasi fisikokimia *Edible film* berbasis gelatin oleh Sulistyo (2018) dengan *plastisizersorbitol*, yang mana dengan penambahan karagenan dapat meningkatkan kuat tarik dan elastisitas dari *edible film*. Selain itu penelitian penambahan karagenan pada pati biji nangka dengan *plastisizersorbitol* dapat meningkatkan sifat mekanik *Edible film* (Dewi et al., 2020). Namun belum adanya penelitian pengaruh penambahan karagenan pada *Edible film* pati biji nangka dengan *plastisizerpolietilen glikol*. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti akan memanfaatkan biji nangka sebagai edible fim dengan penambahan karagenan dan *polietilen glikol* (PEG) sebagai *plastiszer*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan plastik berlebihan serta sulit terdegradasi sehingga menyebabkan penumpukkan sampah plastik, yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.
2. Kurangnya pemanfaatan biji nangka sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*.
3. Penambahan karagenan dapat menghasilkan *edible film* yang memiliki karakterisasi yang bagus.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan *plastisizer polietilen glikol* (PEG) pada konsentrasi 4% sebanyak 2 ml.
2. Variasi penambahan karagenan adalah 0%; 0.5% ; 1% ; 1.5%; 2% w/v.
3. Karakterisasi struktur kimia, sifat fisik, sifat mekanik dan biodegradasi *edible film*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana kondisi optimum penambahan karagenan terhadap

karakterisasi struktur kimia, sifat fisik, sifat mekanik, dan biodegradasi *edible film*.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan kondisi optimum *Edible film* dari biji nangka dengan penambahan karagenan terhadap struktur kimia, sifat fisik, sifat mekanik dan biodegradasi.
2. Membandingkan sifat mekanik *edible film* yang didapatkan dengan nilai standar *edible film*.

F. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pemanfaatan biji nangka untuk pembuatan *edible film* yang ramah lingkungan.
2. Mengetahui jumlah penambahan *polietilen glikol* dan karagenan yang tepat untuk memperoleh *Edible film* dengan sifat fisik dan mekanik yang baik dari pati biji nangka.
3. Mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biji Nangka

Buah nangka merupakan tumbuhan yang hidup didaerah tropis dan banyak ditemukan di Indonesia, dengan nama latin *Artocarpus heterophyllus*. Nangka merupakan buah dalam family *Moraceae* yang memiliki ukuran besar dengan aroma tajam dan harum serta memiliki rasa yang manis (Anggriana et al., 2017). Beberapa jenis tumbuhan yang family *Moraceae* yaitu cempedak, keluwih, tampang, teurep dan lain sebagainya (Arifin, 2015).

Klasifikasi tanaman nangka sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Urticales
Famili	: <i>Moraceae</i>
Genus	: <i>Artocarpus</i>
Spesies	: <i>Artocarpus heterophyllus</i>

Nangka merupakan buah yang kaya dengan karbohidrat, mineral, asam karboksilat, serat makanan dan vitamin seperti asam askorbat dan tiamin. Buah nangka juga mengandung senyawa yang memiliki kemampuan untuk mereduksi berbagai penyakit seperti tekanan darah tinggi, penyakit jantung, stroke tulang keropos dan juga mampu mengurangi kadar homosistein dalam darah (Minh et al.,

2019). Buah nangka dikenal sebagai tanaman yang multiguna karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai kepentingan (Anggriana et al., 2017).

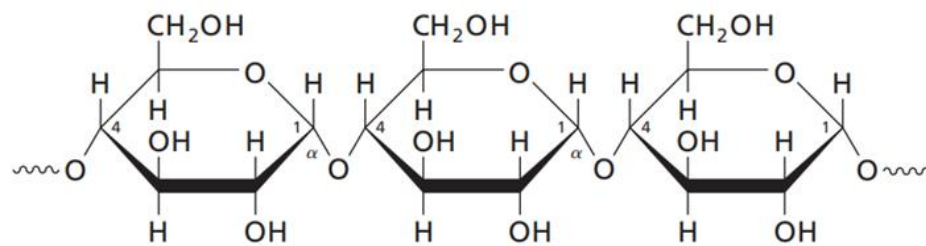
Dalam satu buah nangka terdapat biji buah sebanyak 100 sampai 500 buah biji atau sekitar 8-15% dari berat buah itu sendiri (Lubis et al., 2018). Pemanfaatan buah nangka yang cenderung pada daging bauhnya saja, sehingga biji nangka banyak dibuang menjadi limbah, dimana biji nangka memiliki kandungan pati yang tinggi (Hidayah et al., 2015). Dalam 100 gram biji nangka terdapat 36,7 gram karbohidrat dengan kandungan pati 94,5% (Dermawan et al., 2020). Biji nangka selain memiliki kandungan pati yang tinggi juga mengandung protein 4,2 gram dan energi 165 kkal (Fairus et al., 2010). Pati biji nangka adalah polisakarida yang tersusun oleh glukosa yang saling berikatan melalui ikatan 1-4 α -glukosida. (Wulandari Diah, 2016).



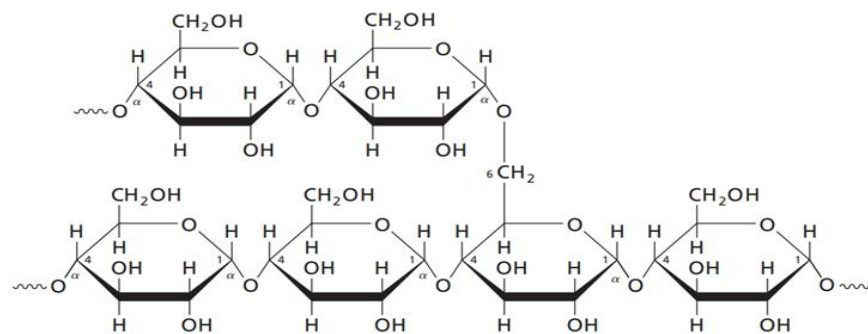
Gambar 1. Biji Nangka (Kasfillah, 2013)

Pati disintesis oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis dan disimpan sebagai cadangan energi oleh tumbuhan, biasanya terdapat pada umbi atau akar tumbuhan. Pati banyak ditemukan pada jagung, gandum, beras, kentang dan tapioka (Gadhawe et al., 2018). Pati terdiri atas dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin. Amilopektin merupakan amilosa yang memiliki cabang. Rantai

cabang polimer dihubungkan melalui ikatan glikosida α -(1 $\rightarrow$ 6) ke rantai linier residu. Percabangan terjadi setiap 25 residu dan rantai cabang mengandung sekitar 15 hingga 25 residu glukosa. Amilosa merupakan polimer linear α -D-glukosa yang tidak bercabang. Amilosa terdiri dari 100 sampai 1000 residu α -D-glukosa yang saling terhubung melalui ikatan glikosida α -(1 $\rightarrow$ 4) (Moran et al., 2012).



Gambar 2. Struktur amilosa (Moran et al., 2012)



Gambar 3. Struktur amilopektin (Moran et al., 2012)

Amilosa dan amilopektin pada pati memiliki sifat yang berbeda-beda, dimana amilosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan amilopektin. Amilosa berperan penting dalam pembuatan gel pada *Edible films* serta dapat menentukan sifat film yang dihasilkan, walaupun karakterisasi akhir dari film juga dipengaruhi oleh interaksi amilopektin dan *plastisizer* (Hidayah et al., 2015). Amilosa yang larut dalam air sangat tidak stabil dan cepat dalam membentuk gelatin, sedangkan amilopektin sangat efektif mencegah terjadinya granula pecah akibat gelatinisasi (Yanti, 2020).

B. Edible Film

Pengemasan makanan selain menggunakan plastik konvensional juga dapat menggunakan *Edible film* (Yıldırım-Yalçın et al., 2019). *Edible film* disebut juga lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan (Begum et al., 2018). *Edible film* merupakan pembungkus atau pelapis makan yang digunakan untuk membungkus suatu makan atau produk (Paul, 2020).

Secara umum Fungsi *Edible film* adalah sebagai penghalang minyak, gas, menghambat migrasi uap air serta membawa bahan aktif tambahan seperti antioksidan, antimikrobia dan pewarna. *Edible film* dapat meningkatkan kualitas makanan dengan melindungi produk tersebut dari kerusakan fisik, kimia dan biologis (Han, 2013). *Edible film* merupakan kemasan ramah lingkungan yang dapat mengawetkan makanan atau produk serta dapat mencegah pembusukan pada makanan. *Edible film* juga berperan sebagai kelembaban parsial, penghalang oksigen, serta sebagai pengawet atau antioksidan dalam meningkatkan fungsionalitas makanan (Aghazadeh et al., 2018). Kelebihan utama dari *Edible film* dari pada plastik konvensional adalah dapat dikonsumsi bersamaan dengan produk atau makan serta aman untuk dibuang ke lingkungan (Paul, 2020).

Edible film memiliki potensi yang bagus untuk dikembangkan, karena pada dasarnya dibuat dari polimer hasil pertanian. Bahan biopolimer tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipid dan komposit, dimana hidrokoloid terdiri atas golongan karbohidrat dan protein. Golongan karbohidrat seperti karagenan, gum arabic, pati tapioka dan selulosa, sedangkan golongan protein seperti protein ikan, protein susu, dan lain-lain. Lipid terdiri atas lilin lebah dan asam-asam lemak sedangkan komposit terdiri atas kombinasi dari hidrokoloid dan

lipid (Walfathiyyah et al., n.d.). Hidrokoloid merupakan polimer yang banyak mengandung gugus fungsi hidroksil (-OH). *Edible film* polisakarida dapat digunakan untuk menambha umur simpan makanan dengan mencegah dehidrasi pada makanan, serta mengembalikan transmisi minyak dan aroma makanan. Keuntungan *Edible film* dari poliskarida adalah stabilitas struktural, kelarutan rendah serta kemampuan untuk memperlambat laju taransmisi oksigen yang disebabkan adanya jaringan ikatan hidrogen (Paul, 2020).

Pati merupakan jenis polisakarida dengan potensi yang bagus dalam pembuatan *edible film*, dimana pati memiliki sumber melimpah dialam, dapat diperbaharui serta harga yang relatif murah (Oliveira, 2018). Pati mudah ditemukan dialam, dimana hampir semua terdapat pada jenis umbi dan jenis tanaman, sebagian besar banyak terdapat dalam bentuk amilosa dan amilopektin (Chatli & Mehndiratta, 2018). Kandungan amilosa pada pati akan mempengaruhi kekompakan *Edible film* dan amilopektin akan mempengaruhi kestabilan *Edible film* (Bunga et al., 2017).

Edible film yang terbuat dari pati pada umumnya menggunakan prinsip gelatinisasi. Gelatinisasi secara umum didefinisikan sebagai proses hidrasi dan pembengkakan granula pati yang bersifat irrevesible (Taghinezhad et al., 2016). Gelatinisasi dapat terjadi ketika granula pati dipanaskan di dalam air pada suhu tinggi. Proses gelatinisasi mengakibatkan granula pati pecah, dimana suhu gelatinisasi merupakan suhu pada saat granula pati pecah. Setelah proses gelatinisasi selesai dilakukan terjadi proses pengeringan. Proses pengeringan mengakibatkan air terlepas sehingga akan terbentuk gel yang stabil. Gel tersebut akan membentuk plastik *biodegradable* (Jacoeb et al., 2014).

Pembuatan *Edible film* dengan pati memiliki beberapa kelemahan yaitu ketahanan dan hambatan uap air rendah yang disebabkan oleh sifat hidrofilik pati dan berpengaruh pada sifat mekanik dan stabilitas *edible film*. Kelemahan *Edible film* dari pati dapat diatasi dengan menambahkan biopolimer atau bahan lain yang memiliki sifat hidrofobik (Aisyah et al., 2018).

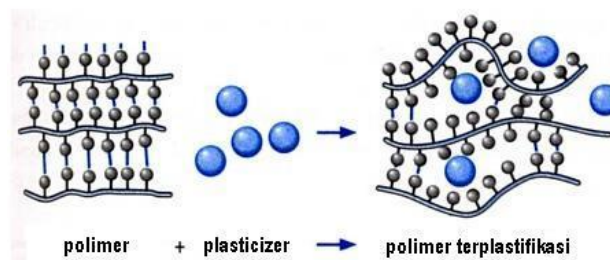
Proses pembentukan *Edible film* memiliki beberapa faktor yang harus diperhatikan diantaranya suhu, konsentrasi polimer, dan *plastisizer*. Suhu yang dibutuhkan untuk pembuatan *Edible film* berkisar pada temperatur gelatinisasi sekitar 80°C (Teknologi & Volume, 2017). Konsentrasi polimer dalam membuat *Edible film* memiliki pengaruh terhadap sifat fisik film. Semakin banyak konsentrasi polimer penyusun film maka *Edible film* yang dihasilkan akan semakin tebal. *Plastisizer* juga memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik dan sifat fisik film, karena *plastisizer* dapat mereduksi sifat antarmolekul dan dapat menurunkan ikatan hidrogen (Walfathiyyah et al., n.d.)

C. *Plastisizer*

Plastisizer merupakan komponen terpenting dalam pembuatan *edible film*, penggunaan *plastisizer* dapat meningkatkan fleksibilitas film dan dapat mengurangi kerapuhan *film* (Aghazadeh et al., 2018). *Plastisizer* adalah molekul dengan berat molekul rendah dan volatilitas, yang mengurangi interaksi antar molekul dengan menggabungkan antar rantai polimer dan meningkatkan mobilitasnya, viskositas leleh, modulus elastisitas dan kerapuhan film (Santana et al., 2018). *Plastisizer* merupakan zat non volatil, memiliki titik didih yang tinggi dan dapat mengubah sifat fisik material pada saat ditambahkan. Selain itu

plastisizer merupakan bahan yang tidak mudah menguap dan bisa menurunkan ikatan rantai antar protein (Murni et al., 2013).

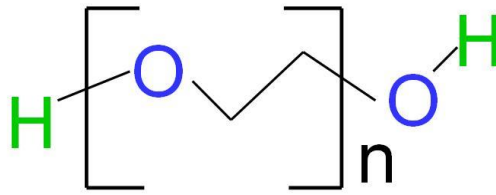
Penambahan *plastisizer* dapat meningkatkan elastisitas film dengan berkurangnya derajat ikatan hidrogen, serta dapat meningkatnya jarak antar molekul dari polimer (Coniwanti et al., 2014). Beberapa *plastisizer* yang paling umum digunakan diantaranya sorbitol, gliserol, polietilen glikol, propilen glikol dan oligosarida (Murni et al., 2013).



gambar 4. Mekanisme *plastisizer*

Polietilen glikol (PEG) memiliki berat molekul 400, bersifat kental, cairan yang memiliki sifat higroskopis dan memiliki bau yang khas, banyak digunakan di industri pangan dan kemasan pangan. Polietilen glikol merupakan polimer adisi dari etilen glikol memiliki berat molekul diatas 200, memiliki sifat netral larut dalam air dan pelarut organik non volati serta bersifat tidak beracun. Polietilen glikol merupakan polimer yang bersifat hidrofilik, permukaan zat yang dimodifikasikan dengan polietilen glikol akan bersifat hidrofilik (Suyama , 2005).

Salah satu kelemahan yang dimiliki *Edible film* ialah memiliki sifat rapuh, mudah patah dan tidak lentur. Polietilen glikol merupakan salah satu *plastisizer* yang dapat digunakan untuk melenturkan dan mencegah kerapuhan *Edible film* (Maruddin et al., 2017).

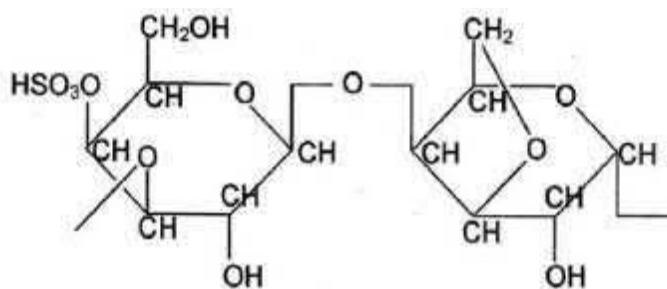


Gambar 5. Struktur polietilen glikol

D. Keragenan

Karagenan merupakan kelompok poliskarida galaktosa yang diekstraksi dari rumput laut, merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester, kalium, natrium magnesium, dan kalium sulfat (Maryuni, 2019). Karagenan merupakan polimer yang didalam air rantai linear sebagai galaktan sulfat yang mempunyai potensi yang besar dalam pembentukan *edible film*. Karagenan memiliki sifat hidrofilik yang disebabkan oleh adanya gugus hidroksil bebas (OH-) yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan H₂O. Selain itu karagenan terdiri atas sulfat yang bersifat hidrofiliki dan gugus 3,6-anhidro-D- galaktosa yang lebih bersifat hidrofobik (Sulistyo et al., 2018).

Karagenan yang biasa digunakan dalam pembuatan *Edible film* ialah jenis kappa karagenan yang mempunyai kandungan ester sulfat 20-30% dan kandungan 3,6-anhidro-galaktosa 28-35% (Rusli, Metusalach, & Tahir, 2017). Gugus ester sulfat berhubungan dengan kekuatan, hal ini ditandai dengan struktul gel yang kuat yang dimiliki kappa dibandingkan lamda dan iota karagenan. Kappa karagenan dapat menghasilkan *Edible film* yang mempunyai karakterisasi lebih baik dari pada pati murni (Santoso et al., 2013)



Gambar 6. Struktur Kappa karagenan

Karagenan memiliki sifat hidrofilik yang digunakan sebagai pengemulsi, penstabil, pengental dalam industri pangan. Karagenan juga digunakan dalam industri kertas sebagai pelapis, sizing pada industri tekstil dan pengental dalam industri kosmetik. Selain itu karagenan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dan biostimulan pada tanaman dalam industri pertanian (Maryuni, 2019).

E. Pengujian Karakteristik *Edible Film*

1. Karakterisasi sifat fisik dan mekanik *Edible film*

Edible film yang telah terbentuk dilakukan pengujian sifat mekanik sesuai dengan standar sifat mekanik *edible Japanese Industrial Standard* tahun 1975 dan standar plastik menurut SNI.

Tabel 1 : Standar plastik SNI dan *Edible film* (JIS Z1707, 1975)

No	Standar Karakterisasi	JIS Z1707	SNI Plastik
1	film (mm)	< 0,25 mm	-
2	Kuat tarik (Mpa)	> 3.922 Mpa	24.7 - 302
3	Persen Elongasi	< 10% sangat buruk > 50% sangat baik	21-220
4	Modulus Elastisitas	> 0,35 Mpa	-

a. Uji Ketebalan

Salah satu parameter dalam mengukur karakterisasi *Edible film* adalah ketebalan, dimana pengukuran ini dipengaruhi oleh konsentrasi yang terlarut dalam film serta ukuran plat untuk percetakan film. Ketebalan *Edible film* akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa volatilnya, selain itu juga dipengaruhi oleh bahan penyusunnya (Murni et al., 2013). Ketebalan *Edible film* akan meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi padatan penyusunnya, sehingga kemampuan penahanan *Edible film* akan semakin besar yang mengakibatkan umur simpan produk semakin bagus. Ketebalan *Edible film* juga berpengaruh pada sifat mekanik dari *Edible film* seperti elongasi dan kuat tarik. Pada umumnya ketebalan *Edible film* berada diantara 0,1 – 0,5 mm, pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer dengan akurasi dan presisi 0,001 mm. Pengukuran ketebalan dilaksanakan pada 5 titik berbeda agar dapat memperoleh ketebalan yang rata-rata (Setiani et al., 2013).

b. Uji Kandungan Air (*Water Content*)

Pengujian kandungan air merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk analisa fisik di dalam *edible film*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kualitas film yang dihasilkan. Pada penambahan *plastisizer* kadar air akan mengalami kenaikan seiring meningkatnya konsentrasi *plastisizer*. Peningkatan konsentrasi *plastisizer* akan meningkatkan fungsi film sebagai humatek yang akan mengikat air sehingga pada saat pengeringan air akan sulit menguap (Johan et al., 2017). Kandungan air dapat ditentukan dengan persamaan

$$\%Kandungan\ Air = \frac{Berat\ basah - Berat\ Kering}{Berat\ basah} \times 100\%$$

c. Uji derajat pengembangan (*swelling test*)

Derajat pengembangan bertujuan untuk mengetahui berapa persen air yang diserap oleh plastik sampai plastik terhadap air. Derajat pengembangan dapat digunakan untuk mengetahui sifat hidrofilisitas dan hidrofobisitas (Rusli, Metusalach, Salengke, et al., 2017). Sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekul penyusunnya. Dimana bahan dasar pati yang digunakan bersifat hidrofilik dengan penambahan bahan biopolimer yang bersifat hidrofilik sehingga *Edible film* yang dihasilkan semakin banyak pula air yang diserap (Herrmann & Bucksch, 2014).

d. Uji kuat tarik (*tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh *Edible film* ketika ditarik sebelum film tersebut putus. Semakin tinggi kuat tarik *Edible film* maka semakin bagus kualitas dari *Edible film* yang dihasilkan (Coniwanti et al., 2014). Penambahan *plastisizer* polietilen glikol dapat menurunkan ikatan hidrogen sehingga jarak antar molekul meningkat, kuat tarik film menurun (Sumarni et al., 2017). Penurunan kuat tarik dikarenakan *plastisizer* dapat mengurangi ikatan hidrogen pada ikatan intermolekul karena dapat menurunkan stabilitas sistem dispersi padatan, sehingga *Edible film* yang dihasilkan memiliki sifat yang lemah (Johan et al, 2017). Kuat tarik akan mengalami peningkatan dengan dilakukannya penambahan biopolimer lain. Sehingga polimer yang menyusun matriks akan semakin besar sehingga peningkatan kekuatan gel matrik akan semakin (Bunga et al., 2017).

e. Uji Kuat Pemanjangan (Elongitas)

Pemanjang merupakan persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus. Kekuatan renggang putus merupakan tarikan maksimum yang dicapai saat film dapat bertahan sebelum putus (Murni et al., 2013). Semakin tinggi konsentrasi *plastisizer* maka semakin tinggi penambahan nilai perpanjangan. Dimana *plastisizer* dapat mengurangi gaya intermolekul serta dapat meningkatkan ruang molekul dan mobilitas dari biopolimer (Coniwanti et al., 2014).

f. *Modulus young* (Elastisitas)

Modulus young atau elastisitas adalah ukuran dari kekuatan film yang telah dihasilkan. Elastisitas dipengaruhi oleh pemanjangan, dimana semakin besar nilai dari pemanjangan maka elastisitas plastik tersebut akan semakin tinggi. Plastik yang mempunyai nilai elastisitas yang tinggi maka dapat melindungi dan melapisi dengan baik (Pimpan et al., 2001).

g. Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas adalah merupakan kerentana suatu senyawa terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme (Hidayati et al., 2019). Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan plastik terhadap pengaruh alam dalam rentang waktu tertentu untuk mendapatkan persentase kerusakan. Selain itu untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan plastik agar dapat terura sempurna di alam (Pimpan et al., 2001).

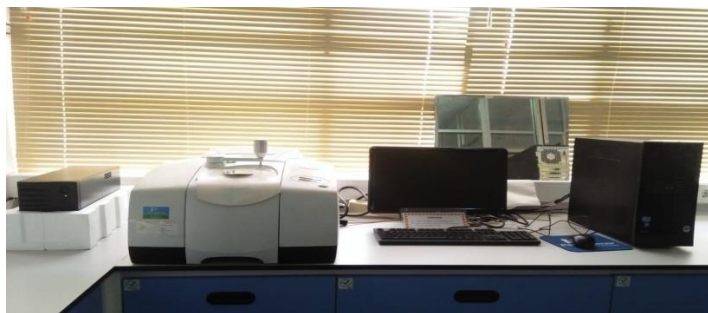
Penelitian tentang biodegradabilitas bioplastik dalam lingkungan yang berbeda-beda telah banyak dilakukan. Adapun lingkungan yang digunakan seperti

tanah dan kompos, hal ini dikarenakan keanekaragaman mikroba yang tinggi terkandung didalamnya. Pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan metode *soil burial test*, dimana *Edible film* akan dipotong menjadi ukuran 2 X 6 cm lalu dikubur di dalam tanah dengan kedalaman 15 cm. Sebelum *Edible film* dikubur terlebih dahulu dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat awal. Pengecekan sampel dilakukan setiap tiga hari sekali. Kemudian dilakukan pengecekan kembali pada hari ke 6, 9, 12 dan 15. Proses pengamatan dilaksanakan sampai sampel terurai seluruhnya didalam tanah (Fathanah et al., 2018)

2. Karakterisasi Struktur Kimia *Edible film*

a. Fourier Transform Infrared (FTIR)

FTIR atau Fourier Transform Infrared ialah teknik spektroskopi yang digunakan untuk mempelajari gugus fungsi dalam suatu campuran (Darni et al., 2017). FTIR merupakan teknik analisa komposisi suatu senyawa-senyawa organik, polimer, coating atau pelapis, material semikonduktor, senyawa-senyawa anorganik dan mineral. Analisa FTIR dapat digunakan pada bahan yang berwujud padat, cairan, serbuk dan lapisan tipis. Pengukuran menggunakan FTIR bergantung pada kemurnian sampel yang akan dianalisis, hal ini dikarenakan apabila sampel mengandung pengotor atau senyawa lain maka puncak yang didapatkan akan melebar yang disebabkan oleh gugus fungsi lain yang terkandung didalam sampel (Prof. Dr. Dachriyanu, 2004).



Gambar 7. Instrumen FTIR Laboratorium Kimia, FMIPA Universitas

Pengukuran dengan menggunakan spektrum inframerah dilaksanakan pada daerah cahaya infra tengah dengan panjang gelombang $2.5 - 50 \mu\text{m}$ atau biangan gelombang $4000 - 200 \text{ cm}^{-1}$ (Darni et al., 2017). Penggunaan FTIR pada *Edible film* untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada pencampuran pembuatan *edible film*. FTIR juga dapat menunjukkan adanya interaksi hidrogen antar rantai pada pencampuran pembuatan *edible film* (Setiani et al., 2013). Berikut ini merupakan daerah serapan yang dipakai pada intreprastasi awal dari spektrum infra merah.

Tabel 2. Daftar bilangan gelombang jenis ikatan (Prof. Dr. Dachriyanu, 2004).

Bilangan Gelombang	Jenis ikatan
3750 - 3000	Regang O-H, N-H
3000 - 2700	Regang $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$, C-H aldehid
2400 - 2100	Regang $-\text{C} \equiv \text{C}$, $\text{C} \equiv \text{N}$
1900 – 1650	Regang C=O (asam, ldehid, keton, amida, ester, anhidrida)
1675 – 1500	Regang C=C (aromatik dan alifatik) C=N
1475 – 1300	C-H bending
1000 – 650	C=C-H, Ar-H bending

b. X-ray Diffraction (XRD)

X-ray Diffraction merupakan suatu instrumen analisi material dimana terdapat hubungan antar sinar X dengan susunan atom pada kristal atau material padat yang akan dianalisis. Analisa XRD dapat mengetahui keberadaan suatu sampel ketika pembiasan cahaya dari material dapat terjadi. Karakterisasi menggunakan XRD berfungsi untuk mengetahui fase kristal dalam material dan juga dilakukan untuk mengukur ukuran partikel dari sampel (Setiabudi, Agus. Muzakir, 2012).



Gambar 8. X-ray Diffraction (XRD) Laboratorium Fisika UNP

XRD dapat memberikan informasi mengenai struktur polimer dalam keadaan amorf serta kristalin polimer. Polimer dapat mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. Difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan pada polimer amorf menghasilkan puncak yang melebar. Pada pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi mengenai konfigurasi rantai dalam kristalin, perkiraan ukuran kristalin dan perbandingan daerah kristalin dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti, 2009).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan :

1. Kondisi optimun penambahan karagenan pada *edible film* dengan menggunakan *plastisizer* PEG didapatkan pada konsentrasi 1,5% karena memiliki nilai kuat tarik dan elastisitas tertinggi sebesar 13,315 Mpa dan 1449,675 Mpa, sedangkan elongasi sebesar 10,575 %. Pada ketebalan, kandungan air dan biodegradasi mengalami peningkatan secara linear seiring dengan meningkatnya konsentrasi karagenan.
2. Ketebalan dan sifat mekanik *edible film* yang didapatkan pada penelitian telah memenuhi *Japanese Industrial Standar JIZ Z1707 edible film*.

B. Saran

1. Diperlukannya penambahan *crosslinker* pada karagenan untuk mengurangi kadar air.
2. Penelitian ini diperlukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM untuk menentukan permukaan plastik yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- aghazadeh, M., Karim, R., Rahman, R. A., Sultan, M. T., Johnson, S. K., & Paykary, M. (2018). *Effect of Glycerol on the Physicochemical Properties of Cereal Starch Films*. 2018(5), 403–409.
- Aisyah, Y., Irwanda, L. P., Haryani, S., & Safriani, N. (2018). Characterization of corn starch-based *Edible film* in incorporated with nutmeg oil nanoemulsion. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 352(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/352/1/012050>
- Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P. D. (2020). Pembuatan *Edible Film* Dari Pati Kulit Singkong Menggunakan *Plastisizer* Sorbitol Dengan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent. *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2).
- Anggriana, A., Muhandi, & Rostiati. (2017). Karakterisasi Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk) Siap Saji yang Dipasarkan Di Kota Palu. *J. Agrotekbis*, 6(3), 278183.
- Arifin, S. Z. (2015). *Description Of Turus Jackfruit (Artocarpus Integra Merr) Superior Local Fruit From Magelang, Central Java*.
- Ariska, R. E., & Suyanto. (2015). Mekanik *Edible film* Dari Pati Bonggol Pisang Dan Karagenan Dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 3–4.
- Begum, N., Paul, S. K., Gv, P. K., Sahu, J. K., & Husain, S. A. (2018). Development of tulsi impregnated starch-based edible coating to extend the shelf-life of tomatoes Development of tulsi impregnated starch-based edible coating to extend the shelf-life of tomatoes. *The Pharma Innovation Journal*, 6(9)(June), 249–255.
- Bunga, S. M., Jacobeb., A. M., & Nurhayati., T. (2017). Karakterisasi pati dari buah lindur dan aplikasinya sebagai *edible film*. *Jphpi*, 20(3), 446–455.
- Chatli, A. S., & Mehndiratta, H. K. (2018). *Development Of Starch Based Edible Films*. 08, 23501–23506.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014a). *Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pemplastis Gliserol*. 20(4), 22–30.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014b). *Pembuatan Film Plastik Biodegradeble Dari Pati jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol*. 20(4), 22–30.
- Darni, Y., Utami, H., Septiana, R., & Aidila, R. (2017). *Jurnal Bahan Alam Terbaru Comparative Studies of the Edible film Based on Low Pectin Methoxyl with Glycerol and Sorbitol Plasticizers*. <https://doi.org/10.15294/jbat.v6i2.9707>