



**KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* PATI BIJI NANGKA
DENGAN PENAMBAHAN KARAGENAN DAN
GLISEROL**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Kimia pada Universitas Negeri Semarang**

Oleh

Viere Fitricia Siesyadipta

NIM.5213414073

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Viere Fitricia Siesyadipta
NIM : 5213414073
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Karakterisasi *Edible Film* Pati Biji Nangka Dengan
Penambahan Karagenan Dan Gliserol

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 21 Februaari 2019

Pembimbing



Rr. Dewi Artanti Putri, S.T.,M.T.
NIP 198711192014042002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Karakterisasi *Edible Film* Dengan Penambahan Karagenan Dan Gliserol” telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sidang Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 26 bulan Februari tahun 2019.

Oleh:

Nama : Viere Fitricia Siesyadipta

Nim : 5213414073

Program studi : S-1 Teknik Kimia

Panitia:

Ketua Panitia



Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T.
NIP. 19740519199032001

Sekretaris



Dr. Megawati, S.T.,M.T.
NIP. 197211062006042001

Penguji I



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 197310172000032001

Penguji II



Ria Wulansarie, S.T.,M.T.
NIP. 199001272015042001

Dosen Pembimbing



Rr. Dewi Artanti Putri, S.T.,M.T.
NIP. 198711192014042002

Mengetahui,



UDI Nur Qudus, M.T.
NIP. 1969113019944031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 26 Februari 2019

Yang membuat pernyataan



Viere Fitricia Siesyadipta

NIM.5213414073

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.” (Confusius)

“Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.: (Andrew Jackson)

“Kesuksesan seseorang tidak sama, waktu pencapaiannya pun berbeda.”

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT.
2. Orang Tua
3. Saudaraku
4. Dosen – dosenku
5. Sahabat – sahabatku
6. Almamaterku

ABSTRAK

Siesyadipta, Viere Fitricia. 2019. Karakterisasi *Edible Film* Pati Biji Nangka Dengan Penambahan Karagenan Dan Gliserol. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Radenrara Dewi Artanti Putri, S.T., M.T.

Plastik sintesis yang digunakan sebagai pengemas makanan tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme atau sukar diurai secara hayati di lingkungan. *Edible film* dapat menjadi alternatif untuk menggantikan plastik kemasan sintesis. *Edible film* yang terbuat dari pati mempunyai sifat kaku namun rapuh sehingga perlu ditambahkan bahan yang mampu membuat *edible film* lebih elastis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan inovasi untuk menghasilkan *edible film* dengan elastisitas dan karakteristik yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan sintesis *edible film* pati biji nangka dengan penambahan konsentrasi karagenan 20%, 40%, 60% b/b pati dan penambahan *plasticizer* gliserol untuk meningkatkan karakteristik pada *edible film*. Selanjutnya dilakukan karakteristik pengaruh konsentrasi karagenan terhadap ketahanan dalam air (*water uptake*), kelarutan (*solubility*) dan aplikasi *edible film* pada buah pisang untuk mengetahui masa simpan buah. *Edible film* dengan penambahan konsentrasi karagenan 60% menunjukkan karakteristik *water uptake* (100%) dan kelarutan (27,27%) terbaik. *Edible film* terbaik diaplikasikan pada buah pisang dapat menambah masa simpan buah selama 2 hari.

Kata kunci: *Edible film*, biji nangka, karagenan, gliserol

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* PATI BIJI NANGKA DENGAN PENAMBAHAN KARAGENAN DAN GLISEROL”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Jurusan Strata I untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr.Wara Dyah Pita Rengga, S.T.,M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
3. Rr.Dewi Artanti Putri, S.T.,M.T., Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi.
4. Widi Astuti, S.T.,M.T., dan Ria Wulansarie, S.T.,M.T., Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan Skripsi.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material.
6. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 26 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Perumusan Masalah	7
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	8
BAB II. LANDASAN TEORI	9
2.1 Plastik Biodegradable	9
2.2 Edible Film	10
2.3 Biji Buah Nangka	111
2.3.1 Pati Biji Nangka	12
2.3.2 Kandungan Biji Nangka	14
2.4 Bahan Tambahan <i>Edible Film</i>	15
2.4.1 Karagenan	15
2.4.2 Gliserol	17
2.5 Karakteristik <i>Edible Film</i>	19

2.6 Masa Simpan Buah Pisang.....	20
BAB III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Rancangan Percobaan	22
3.2 Lokasi Penelitian.....	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	22
3.4 Bahan	23
3.5 Alat.....	23
3.6 Prosedur Penelitian.....	24
3.6.1 Pembuatan Tepung Biji Nangka	24
3.6.2 Sintesis <i>Edible Film</i>	26
3.7 Karakteristik <i>Edible Film</i>	28
3.7.1 Pengujian Sifat Hidrofobitas Film	28
3.7.1.1 Uji Ketahanan Air (<i>Water uptake</i>)	28
3.7.1.2 Uji Kelarutan dalam Air (<i>Solubility</i>).....	28
3.7.2 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	29
3.7.3 Uji Masa Simpan Pada Buah Pisang.....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Deskripsi Data.....	31
4.2 Analisis Data	32
4.3 Hasil dan Pembahasan.....	32
4.3.1 Sifat Hidrofobitas Edible Film	32
4.3.1.1 Ketahanan Terhadap Air/ <i>Water Uptake Edible Film</i>	32
4.3.1.2 Kelarutan Edible Film (<i>Solubility</i>).....	35
4.3.2 Analisis Gugus Fungsi Dengan FTIR	37
4.3.3 Aplikasi pada Buah Pisang.....	40
BAB V. PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Biji Nangka.....	14
Tabel 2.2. Perbandingan Komposisi Kimia	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Biji Nangka	12
Gambar 2.2. Susunan Kimia β -D-Glukosa dan Maltosa.....	13
Gambar 2.3. Susunan Kimia Pati	13
Gambar 2.4. Karagenan.....	16
Gambar 2.5. Struktur Kimia Kappa Karagenan	17
Gambar 2.6. Struktur Kimia Gliserol.....	18
Gambar 3.1. Skema Kerja Pembuatan Pati Biji Nangka.....	25
Gambar 3.2. Skema Kerja Sintesis <i>Edible Film</i> dari Pati Biji Nangka.....	27
Gambar 4.1. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Karagenan Terhadap <i>Water Uptake Edible Film</i>	33
Gambar 4.2. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Karagenan Terhadap <i>Kelarutan Edible Film</i>	35
Gambar 4.3. Hasil Uji FTIR <i>Edible Film</i> Pati Biji Nangka.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Pati Biji Nangka.....	46
Lampiran 2 Sintesis <i>Edible Film</i>	47
Lampiran 3 Uji Ketahanan Air <i>Edible Film</i>	48
Lampiran 4 Uji Kelarutan <i>Edible Film</i>	50
Lampiran 5 Uji FTIR	52
Lampiran 6 Uji Masa Simpan Pada Buah Pisang	54
Lampiran 7 Gambar Sintesis Pati Biji Nangka	56
Lampiran 8 Gambar Sintesis <i>Edible Film</i>	58
Lampiran 9 Gambar Uji Ketahanan Air <i>Edible Film</i>	59
Lampiran 10 Gambar Uji Kelarutan <i>Edible Film</i>	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia, hal ini menimbulkan kebutuhan akan bahan makanan juga mengalami peningkatan. Dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan di dalam negeri tentunya juga harus memperhatikan pengemasan atau *packing* untuk masa simpan suatu makanan atau bahan pangan, karena bahan pangan dari hasil pertanian, perikanan, maupun peternakan tidak dapat tahan cukup lama, sehingga dibutuhkan bahan pengemas makanan yang dapat menjaga tingkat keawetan bahan pangan tersebut.

Pengemasan produk pangan merupakan suatu proses pembungkusan dengan bahan pengemas yang sesuai untuk mempertahankan dan melindungi makanan hingga ke tangan konsumen, sehingga kualitas dan keamanannya atau *food safety* dapat dipertahankan. *Food safety* diartikan sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan pencemaran biologis, kimia dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat, sehingga aman untuk dikonsumsi (UU RI No 18/2012). Salah satunya dapat menggunakan plastik sebagai pengemas makanan.

Jenis plastik yang beredar di masyarakat merupakan plastik sintetis yang terbuat dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Plastik jenis ini tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme atau sukar diurai secara hayati di lingkungan (*nonbiodegradable*). Mikroorganisme

tidak mampu mensintesis enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer berbasis dasar petrokimia. Kemudian penggunaan kemasan sintetis yang umum digunakan selama ini menimbulkan masalah baru bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Dengan demikian, meningkatnya kesadaran masyarakat akan masalah kesehatan dan lingkungan memicu kenaikan permintaan kemasan *biodegradable* yang mampu menjamin keamanan produk pangan. Teknologi kemasan yang aman dan tidak merusak lingkungan sangat diperlukan, contohnya *edible film*.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka *edible film* dapat menjadi alternatif untuk menggantikan plastik kemasan sintesis. *Edible film* merupakan salah satu pengemas bahan makanan yang dapat terurai secara alami (*biodegradable*) sehingga ramah lingkungan, terbuat dari bahan yang aman bagi kesehatan sehingga dapat dikonsumsi bersama dengan bahan pangan yang dilapisinya dan dapat bertindak sebagai penghalang terhadap transfer massa seperti kelembaban, oksigen, dan zat terlarut (Koswara, 2002). Menurut Ariska dan Suyatno (2015), *edible film* adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan, digunakan sebagai pelapis permukaan komponen makanan yang berfungsi untuk menghambat migrasi kelembaban, oksigen, karbondioksida dan zat terlarut. *Edible film* dapat disintesis dari berbagai bahan seperti polisakarida, protein dan lemak, baik sebagai komponen tunggal maupun sebagai campuran (Poeloengasih, 2003). Pati sering digunakan dalam industri pangan untuk menggantikan polimer plastik karena dinilai ekonomis, dapat diperbaharui dan memberikan karakteristik fisik yang baik, sehingga pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* (Hidayah, 2015). Pati merupakan senyawa yang tersusun dari

polisakarida (karbohidrat), polipeptida (protein) dan lipida. Ketiga komponen penyusun pati tersebut memiliki sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk digunakan sebagai pembuatan *biodegradable film*. Kandungan pati banyak terdapat pada tanaman seperti pada biji, buah, akar dan batangnya.

Buah nangka atau *Artocarpus heterophyllus* berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *edible film*, karena buah nangka merupakan salah satu buah yang memiliki kandungan pati cukup besar. Selama ini yang banyak dimanfaatkan hanyalah daging buahnya saja, tetapi biji buah nangka masih belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut Fairus, dkk (2010), dalam 100 gram tepung biji nangka terdapat 36.7 gram pati didalamnya. Biji nangka berbentuk oval dengan panjang 2-3 cm dan diameter 1-1,5 cm dengan berat sekitar 8-15% dari berat buahnya, serta tertutup lapisan tipis berwarna coklat yang disebut spermodern. Spermodern menutupi kotiledon yang berwarna putih. Kotiledon inilah yang mengandung pati yang tinggi (Mukprasirt and Sajjaanantakul, 2004). Untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuat *edible film*, biji nangka dibuat tepung dan/atau diambil patinya terlebih dahulu. *Edible film* yang terbuat dari campuran tepung-air atau pati-air mempunyai sifat keras atau kaku namun rapuh, sehingga untuk memperoleh *edible film* yang elastis perlu ditambahkan pemlastis dari polisakarida dan protein. Selain pati dari biji buah nangka, terdapat bahan yang mampu untuk membuat *edible film* menjadi lebih elastis, yaitu karagenan.

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yaitu polisakarida rantai panjang yang diekstraksi dari getah rumput laut jenis *Eucheuma Cottonii*. Karagenan dibagi menjadi tiga jenis yaitu kappa, iota, dan lamda, dimana ketiga jenis ini

dibedakan berdasarkan perbedaan ikatan sel dan sifat gel. Kappa karagenan menghasilkan sifat gel terkuat, sedangkan lamda karagenan tidak membentuk gel dalam air, tetapi lamda karagenan berinteraksi baik dengan protein sehingga jenis ini cocok untuk produksi makanan. *Euchema cottonii* termasuk penghasil jenis kappa karagenan yang larut dalam air panas, serta dapat membentuk gel dalam air (Chapman, 1980; Fardhayanti dan Syara, 2015).

Menurut Meyer, dkk (1959); Fardhayanti dan Syara (2015), karagenan telah banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, non pangan (seperti tekstil, cat) dan pangan (makanan dan minuman) sebagai pengental, pengemulsi, pensuspensi, pembentuk gel, dan stabilisator. Karagenan juga digunakan sebagai pelapis bahan pangan atau bahan pembentuk *edible film*.

Pada penelitian sebelumnya, Rizani Eka Ariska (2015), mengkaji pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati bonggol pisang dengan *plasticizer* gliserol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karagenan berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik *edible film*, sedangkan nilai laju transmisi uap air menurun seiring dengan banyaknya karagenan yang ditambahkan. Betty Ika Hidayah (2015), melakukan penelitian mengenai *edible film* dari pati biji nangka dengan kitosan, menghasilkan *edible film* dengan sifat fisik yang kuat tetapi memiliki nilai kelarutan yang rendah. Hasil kelarutan *film* terendah yaitu 16,67% dengan komposisi pati biji nangka 3gr dan kitosan 0,5gr. Arham Rusli (2016), mengenai karakteristik *edible film* dari karagenan dengan gliserol. Hasil penelitian yang didapat yaitu penambahan

konsentrasi karagenan menurunkan kadar air dan daya larut *edible film*, namun setelah penambahan gliserol kadar air dan daya larut mengalami peningkatan.

Kemampuan karagenan yang rendah sebagai *barrier* terhadap transfer uap air dapat membatasi pemanfaatannya sebagai bahan pengemas makanan. Sehingga, upaya yang dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas dan plastisitas film yaitu dengan penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* didefinisikan sebagai substansi yang tidak mudah menguap, memiliki titik didih tinggi dan apabila ditambahkan ke dalam material lain dapat mengubah sifat fisik dan atau sifat mekanik material tersebut (Lee and Wan, 2005). *Plasticizer* yang umum digunakan pada pembuatan *edible film* yaitu gliserol dan sorbitol.

Menurut Oses, *et al.*, (2009) penggunaan pemlastis gliserol lebih baik dibanding sorbitol, karena *edible film* yang dihasilkan lebih fleksibel dan tidak rapuh, serta sifat mekanik dan kenampakannya tidak berubah selama penyimpanan. Gliserol merupakan senyawa alkohol yang berwujud cair, tidak berwarna dan mampu mengatasi sifat rapuh *film* (Nurdiana, 2002). Ningsih (2015) juga menyebutkan bahwa gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair, dimana bentuk cair lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air, sedangkan sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang pengaruh komposisi dan konsentrasi karagenan ke dalam suspensi pati biji nangka dengan penambahan *plasticizer* gliserol, terhadap

karakteristik *edible film* dari pati biji nangka. *Edible film* yang dihasilkan akan diaplikasikan pada buah pisang untuk mengetahui masa simpan buah pisang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan plastik sintesis harus dibatasi karena alasan lingkungan dan terbatasnya minyak bumi. Pembatasan penggunaan plastik ini tentunya akan membutuhkan bahan pengganti plastik sebagai kemasan, yaitu *edible film* dari pati biji nangka sehingga dapat meminimalkan pencemaran lingkungan.
2. Pemanfaatan biji nangka di Indonesia masih sangat terbatas, karena kebanyakan biji nangka hanya dibuang setelah diambil daging buahnya, sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Biji nangka mengandung pati yang cukup besar, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*.
3. Karagenan berfungsi sebagai zat pembentuk pada *edible film*, sedangkan gliserol (*plasticizer*) sebagai senyawa yang digunakan untuk meningkatkan karakteristik *edible film*. Sehingga perlu adanya pengkajian jumlah penambahan kedua senyawa tersebut dalam pembuatan *edible film* dari pati biji nangka.

1.3 Batasan Masalah

1. Biji buah nangka diperoleh dari pasar tradisional Johar, Semarang.
2. Pembuatan *edible film* biji buah nangka menggunakan penambahan karagenan dengan variasi konsentrasi 20%, 40%, 60%, serta satu variabel kontrol (tanpa penambahan karagenan)
3. *Plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dari biji buah nangka adalah gliserol (1 gram).

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi karagenan terhadap karakteristik *edible film*?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *edible film* sebagai pengemas terhadap umur simpan buah pisang?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi karagenan terhadap karakteristik *edible film*.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan *edible film* sebagai pengemas terhadap umur simpan buah pisang.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah limbah biji nangka menjadi produk yang bernilai ekonomis berupa *edible film*.
2. Memaksimalkan pemanfaatan biji nangka yang masih terbatas.
3. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi karagenan terhadap karakteristik *edible film* dari pati biji nangka.
4. *Edible film* dapat menjadi alternatif bahan pengemas makanan yang bersifat *biodegradable*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Plastik Biodegradable

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat untuk pelestarian lingkungan, kebutuhan bahan plastik *biodegradable* mengalami peningkatan. Plastik *biodegradable* atau biopolimer merupakan plastik yang terbuat dari senyawa-senyawa yang mudah ditemukan di alam (Faizin, 2012). Saat ini plastik yang beredar di masyarakat merupakan plastik sintetis yang terbuat dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbarui, hal ini ternyata menimbulkan berbagai persoalan lingkungan karena plastik sintesis tidak mudah diurai oleh alam, baik oleh curah hujan, panas matahari, maupun oleh mikroorganisme tanah atau *unbiodegradable* (Anjar, 2014). Sehingga plastik *biodegradable* dibuat untuk mengurangi masalah lingkungan yang sudah terkena pencemaran sampah plastik.

Menurut Puspita (2013), plastik *biodegradable* merupakan plastik yang ramah lingkungan yang dapat hancur di alam oleh mikroorganisme dalam tanah. Plastik *biodegradable* cenderung bersifat mikroba dan dapat terdegradasi tanpa merusak lingkungan. Penggunaan plastik *biodegradable* telah terbukti meningkatkan kualitas tanah, melalui pembusukan materi oleh mikroorganisme dalam tanah sehingga tanah menjadi lebih subur.

Bahan plastik *biodegradable* terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui, mudah didapat dan murah serta mampu menghasilkan produk yang sama atau bahkan lebih baik dari plastik sintetis. Hal ini bertujuan untuk menggali berbagai

potensi yang dimiliki bahan baku biopolimer sehingga dapat mengurangi masalah lingkungan akibat limbah sampah plastik sintetis yang jumlahnya semakin meningkat (Puspita, 2013).

2.2 Edible Film

Edible film adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan terbarukan yang aman bagi kesehatan dan mudah terdegradasi, serta dapat berfungsi sebagai penghalang terhadap transfer masa (kelembapan, oksigen, dan zat terlarut). Sehingga dapat menjadi alternatif untuk menggantikan plastik kemasan atau sebagai pelapis permukaan komponen makanan.

Edible film merupakan lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen yang berfungsi sebagai penahan terhadap transfer massa seperti kadar air, oksigen, lemak, dan cahaya atau berfungsi sebagai pembawa bahan tambahan pangan. Terdapat tiga komponen penyusun dasar *edible film* yaitu hidrokoloid (protein, polisakarida, alginat), lipid (asam lemak, gliserol, wax atau lilin), dan komposit (campuran hidrokoloid dan lipid) (Ningsih, 2015). Hidrokoloid umumnya mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya, sedangkan penggunaan lipid sebagai bahan pembuat *film* sangat terbatas karena sifat yang tidak larut dari film yang dihasilkan.

Menurut Syamsir (2008); Kasfillah (2013), hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* adalah protein (gel, kasein, protein jagung, gandum) dan karbohidrat (pati, alginat, pektin), sedangkan lipid yang digunakan adalah gliserol dan asam lemak. Kelebihan *edible film* yang dibuat dari

hidrokoloid diantaranya memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen dan karbondioksida, serta memiliki sifat mekanis yang meningkatkan kesatuan struktural produk.

Menurut Koswara, dkk (2002), *edible film* terbuat dari komponen polisakarida, lipid dan protein. *Edible film* yang terbuat dari hidrokoloid menjadi *barrier* yang baik terhadap transfer oksigen, karbohidrat dan lipid, sehingga potensial untuk dijadikan pengemas.

Diantara bahan baku tersebut, dipilih pati sebagai bahan dasar pembuat *edible film*. Pati merupakan hidrokoloid yang mudah larut dalam air, dapat diperbaharui, ekonomis dan memberikan karakteristik fisik yang baik, sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya. Pati dapat diperoleh dari beberapa bahan alam seperti singkong, jagung, sagu biji-bij (biji nangka, biji durian), dll. Pemilihan penggunaan pati tersebut perlu ditambahkan *plasticizer* dalam pembuatan *edible film*, penambahan ini dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas *edible film* dari pati. Dengan penambahan *plasticizer* tersebut diharapkan dapat diperoleh *edible film* dengan karakteristik fisik yang baik.

2.3 Biji Buah Nangka

Buah nangka merupakan buah yang tumbuh di daerah tropis, memiliki nama latin *Artocarpus heterophyllus*. Di Indonesia buah nangka banyak dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan makanan karena memiliki kandungan gizi yang cukup banyak, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi dan beberapa vitamin seperti vitamin A, B dan C (Yunarni, 2012).

Berdasarkan pada struktur tumbuh-tumbuhan, nangka adalah buah ganda dimana 8-15% dari berat buah adalah biji. Biji nangka berbentuk oval dengan panjang 2-3 cm dan diameter 1-1,5 cm. Sebuah biji tunggal berbungkus dalam sebuah kulit ari yang mengelilingi *endosperm* coklat tipis, dimana terlindungi oleh daging putih kotiledon. Kotiledon nangka cukup diperkaya dengan pati dan protein (Mukprasirt, 2004).



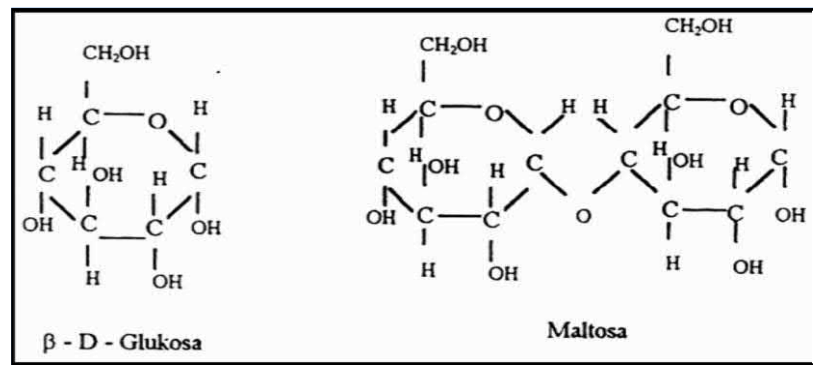
Gambar 2.1. Biji nangka

(Sumber: Yunarni, 2012)

2.3.1 Pati Biji Nangka

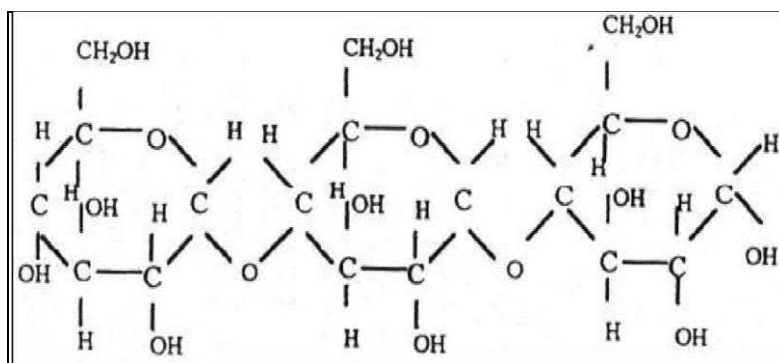
Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati biji nangka merupakan polisakarida yang tersusun dari glukosa yang saling berikatan melalui ikatan 1-4 α -glukosida. Secara kimia pati merupakan suatu polisakarida $(C_6H_{10}O_5)_n$. Pati terdiri dari dua jenis molekul polisakarida yang merupakan polimer glukosa dengan ikatan α -glukosidik, dimana kedua jenis polimer itu adalah amilosa dan amilopektin yang terdistribusi dalam granula pati sehingga dapat bergabung dengan ikatan hidrogen.

Unit terkecil dalam rantai pati adalah glukosa, dilihat dari susunan kimia pati adalah polimer dari glukosa atau maltosa seperti terlihat pada gambar 2.2., dan jika digabung struktur pati akan menjadi seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2. Susunan kimia β-D-Glukosa dan maltosa

(Sumber: Fairus, dkk., 2010)



Gambar 2.3. Susunan kimia pati

(Sumber: Fairus, dkk., 2010)

Pati merupakan bahan yang aman dan tidak berbahaya, sebagai karbohidrat reaktif dengan gugus fungsional yang tinggi, yang dapat dimodifikasi secara kimia, fisika maupun enzimatik untuk kebutuhan tertentu (Fairus, dkk., 2010).

2.3.2 Kandungan Biji Nangka

Biji nangka diketahui mengandung karbohidrat dan protein yang besarnya tak kalah dengan buahnya. Begitu juga kandungan mineralnya, seperti kalsium dan fosfor yang tinggi. Saat ini, masyarakat belum memanfaatkan secara optimal limbah buah nangka (biji nangka) sebagai komoditi yang memiliki nilai lebih. Namun, dengan kemajuan di bidang bioteknologi menggerakkan masyarakat untuk memanfaatkan bahan-bahan yang kurang bermanfaat diubah menjadi produk baru dan beberapa hasil olahan yang bermutu. Hal tersebut dapat mendorong pengolahan biji nangka dalam berbagai bentuk olahan, khususnya untuk dibuat pati biji nangka. Komposisi kimia pada biji nangka dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi kimia biji nangka per 100 gram

Komponen	Biji Nangka
Kalori (kal)	165
Protein (g)	4.2
Lemak (g)	0.1
Kabrohidrat (g)	36.7
Kalsium (mg)	33
Besi (mg)	200
Fosfor (mg)	1
Vitamin A (SI)	0
Vitamin B1 (mg)	0.2
Vitamin C (mg)	10
Air (g)	57.7

Sumber : (Fairus dkk, 2010)

Biji nangka memiliki kandungan pati lebih besar dibandingkan dengan biji durian, biji alpukat, biji salak dan biji cempedak yang ditunjukkan dengan kandungan karbohidrat pada biji buah. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. berikut:

Tabel 2.2. Perbandingan Komposisi Kimia per 100 gram

Komponen	Biji Nangka	Biji Durian	Biji Alpukat	Biji Salak	Biji Ccempedak
Kalori (kal)	165	147	85	63	116
Protein (g)	4,2	1,47	0,9	1	3
Lemak (g)	0,1	5,33	6,5	0,2	0,4
Karbohidrat (g)	36,7	27,09	7,7	16,1	28,6
Kalsium (mg)	33	6	10	18	20
Besi (mg)	200	0,43	0,9	0,9	1,5
Fosfor (mg)	1	38	20	9	30
Vitamin A (SI)	0	45	180	0	200
Vitamin B1 (mg)	0,2	0,2	0,05	0,05	0
Vitamin C (mg)	10	14,7	13	9	15
Air (g)	57,7	64,99	84,3	82	67

Sumber : Fairus dkk, 2010., Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI.

2.4 Bahan Tambahan *Edible Film*

2.4.1 Karagenan

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yaitu polisakarida rantai panjang dengan unit-unit utamanya adalah galaktosa, yang diekstraksi dari getah rumput laut. Karagenan merupakan molekul besar yang terdiri dari lebih 1000 residu galaktosa. Oleh karena itu, karagenan memiliki tiga jenis utama yaitu kappa,

lamda, dan iota. Ketiga jenis karagenan tersebut dibedakan berdasarkan perbedaan ikatan sel dan sifat gel. Kappa karagenan dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma Cottoni*, rumput laut jenis ini dapat larut dalam air panas, serta membentuk gel dalam air. Lamda karagenan dihasilkan dari rumput laut laut jenis *Chondrus Crispus*, tidak membentuk gel dalam air, sedangkan iotta karagenan dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma Spinosum*. Karagenan berbentuk bubuk kering dengan warna putih kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa, seperti pada Gambar 2.4. berikut:

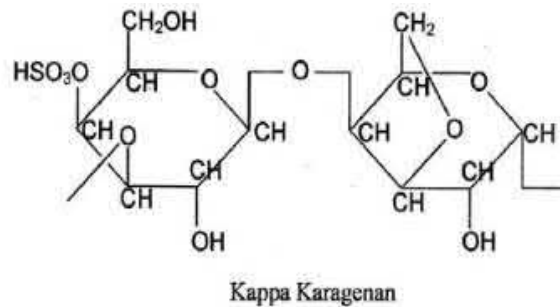


Gambar 2.4. Karagenan

(Sumber: Diharmi, 2016)

Senyawa penyusun kappa karagenan terdiri atas struktur D-galaktoosa dan beberapa gugus 2-sulfat ester pada 3.6 anhidro D-galaktosa. Gugus ester 6-sulfat berhubungan dengan kekuatan gel dan dapat dikurangi pada pengolahan dengan menggunakan basa (Diharmi, 2016). Kappa karagenan memiliki struktur gel yang kuat dibandingkan lamda dan iota karagenan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembentuk *edible film*. Dengan sifat kappa karagenan tersebut diharapkan dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang lebih baik dari pati murni. Untuk dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang baik

maka diperlukan perbandingan komposisi antara bahan baku dengan bahan tambahan (*additive*) yang tepat (Imeson, 2000).



Gambar 2.5. Struktur Kimia Kappa Karagenan

(Sumber: Glicksman, 1983)

Saat ini karagenan telah banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, non pangan (seperti tekstil, cat) dan pangan (makanan dan minuman) sebagai pengental, pengemulsi, pensuspensi, pembentuk gel, dan stabilisator. Karagenan juga digunakan sebagai pelapis bahan pangan atau bahan pembentuk *edible film* (Meyer, dkk., 1959; Fardhayanti dan Syara, 2015).

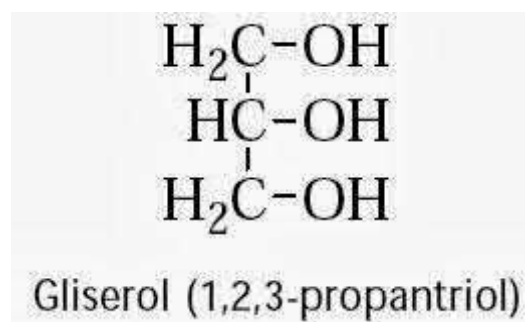
Pada industri farmasi, karagenan digunakan sebagai bahan pengental (*suspensi*), emulsi, dan *stabilizer* dalam proses pembuatan pasta gigi, obat-obatan, minyak mineral, dan lain lain. Pada industri non pangan, seperti industri tekstil, cat dan keramik. Sedangkan pada industri maknan, karagenan digunakan sebagai *stabilizer, thickener, gelling agent* dan zat tambahan (*additive*) (Wulandari, 2010).

2.4.2 Gliserol

Untuk memperbaiki sifat plastik dalam pembuatan *edible film*, maka perlu ditambahkan berbagai jenis bahan tambahan atau aditif yang berfungsi sebagai *plasticizer*, penstabil pangan, pewarna, penyerap UV dan lain lain. *Plasticizer*

merupakan bahan tambahan yang diperlukan dalam pembuatan *edible film* dari pati karena berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas *edible film*, serta dapat mengurangi gaya intermolekular antar partikel penyusun pati yang menyebabkan terbentuknya tekstur *edible film* yang mudah patah (getas). *Plasticizer* adalah bahan *non volatile* dengan titik didih tinggi yang apabila ditambahkan ke dalam bahan lain akan merubah sifat fisik dan atau sifat mekanik dari bahan tersebut.

Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang berfungsi mengurangi kerapuhan pada *edible film*. Penggunaannya dapat meningkatkan plastis pada *edible film*, menurunkan gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga *film* akan lentur dan plastis. Gliserol adalah senyawa golongan alkohol *polhidrat* dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul. Gliserol memiliki rumus kimia $C_3H_8O_3$, dengan nama kimia 1,2,3 propanatriol, seperti pada Gambar 2.6. Berat molekul gliserol adalah 92,1 massa jenis $1,23 \text{ gr/cm}^2$ dengan titik didih 209°C (Winarno, 1992; Kasfillah, 2013).



Gambar 2.6. Struktur kimia gliserol

(Sumber: Kasfillah, 2013)

2.5 Karakteristik *Edible Film*

Karakteristik *edible film* meliputi karakteristik fisik dan mekanik. Karakteristik fisik suatu *edible film* yaitu menentukan kualitas dan penggunaan *edible film*, sedangkan karakteristik mekanik suatu *edible film* menunjukkan indikasi integrasi film pada kondisi tekanan (*stress*) yang terjadi selama proses pembuatan *film* (Akbar, dkk., 2013).

Karakteristik *edible film* meliputi kekuatan renggang putus, ketebalan, pemanjangan dan hidrofobitas yang meliputi ketahanan *film* terhadap air atau kandungan kadar air dan kelarutan *film* (Kasfilah, 2013). Ketebalan *film* merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film dan ukuran plat pencetak. Penentuan kadar air merupakan cara untuk mengetahui presentase kadar air pada *edible film*, diharapkan pada *edible film* memiliki kadar air serendah mungkin, sehingga penerapannya sebagai pengemas makanan tidak memberi sumbangan air pada produk yang dikemas (Rusli, 2016). Menurut Handito (2011), nilai laju transmisi uap air dapat digunakan untuk mengetahui permeabilitas *film* terhadap uap air atau kemampuan *film* dalam menghambat uap air. Daya larut atau kelarutan merupakan sifat fisik *edible film* yang penting karena berkaitan dengan kemampuan *edible film* untuk menahan air.

Daya larut yang tinggi menyebabkan *edible film* mudah larut dalam air dan kemampuannya untuk menahan air menjadi berkurang, sedangkan daya larut yang rendah merupakan salah satu persyaratan penting *edible film* terutama untuk penggunaan sebagai kemasan pangan yang umumnya memiliki kadar air dan

aktivitas air yang tinggi atau pada penggunaan *edible film* yang bersentuhan dengan air dan bertindak sebagai pelindung produk pangan (Singh, *et al.*, 2001).

2.6 Masa Simpan Buah Pisang

Pisang merupakan salah satu buah klimaterik yang cepat mengalami kerusakan dan memiliki umur simpan yang pendek. Klimaterik merupakan suatu keadaan atau stimulation dalam buah sehingga buah menjadi matang yang disertai dengan adanya peningkatan proses respirasi, meningkatnya respirasi tergantung pada jumlah etilen yang dihasilkan. Etilen adalah senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang pada suhu kamar berbentuk gas. Senyawa ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan penting dalam proses pertumbuhan dan pematangan hasil-hasil pertanian.

Perubahan pada buah pisang terjadi dengan cepat setelah pisang dipanen terutama pada warna, kekerasan dan rasa dari pisang. Hal ini disebabkan karena buah pisang memiliki kandungan air yang cukup tinggi sehingga mudah rusak karena aktivitas dari mikroorganisme atau enzim yang menyebabkan pisang mengalami penurunan kualitas. Umur simpan buah pisang berkisar antara 7 hari-1 bulan, tergantung jenis pisangnya (Satuhu, 2000). Salah satu penyebab kerusakan pada buah pisang adalah setelah dipanen pisang masih melakukan metabolisme (Kristiono, 2017).

Edible film merupakan suatu teknologi pengemasan lapis tipis ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan pada produk pangan, untuk mencegah kerusakan dan memperpanjang umur simpan produk pangan tersebut. Menurut Embuscado and Kerry (2009), tujuan dari penggunaan *edible film* sebagai pelapis buah adalah untuk mengurangi kehilangan air pada buah sehingga dapat mempertahankan buah pada kondisi optimum.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan konsentrasi karagenan berpengaruh terhadap karakteristik pada *edible film* dari pati biji nangka, semakin besar konsentrasi karagenan maka nilai *water uptake* semakin menurun dan nilai kelarutan semakin menurun. *Water Uptake* terendah pada penambahan konsentrasi karagenan 60% yaitu 100% dan kelarutan terendah pada penambahan konsentrasi karagenan 60% yaitu 27,27%.
2. Pengaplikasian *edible film* sebagai pengemas pada buah pisang dapat memperpanjang masa simpan selama 2 hari lebih lama dibandingkan dengan buah pisang tanpa dilapisi *edible film*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait karakteristik *edible film* dari pati biji nangka dengan penambahan konsentrasi karagenan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap cara pengaplikasian *edible film* yang efisien pada buah pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Fauzi., Zulisma A., Hamidah H. 2013. Pengaruh Waktu Simpan *Film* Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(2): 11-15.
- Apriyani, Mery Endarujii., Sedyadi. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* dari Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe Vera*) dengan *Plasticizer* Gliserol. *Jurnal Sains Dasar*. 4(2): 145-152.
- Ariska, R.E dan Suyatno. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan dengan *Plasticizer* Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Kimia . Surabaya.
- Anggarini, Fetty. 2013. Aplikasi *Plasticizer* Gliserol pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Biji Nangka. Universitas Negeri Semarang.
- Bourtoom, T. 2008. *Edible film and Coatings: Characteristics and Properties*. *International Food Research Journal*. 15(3): 237-248.
- Chapman, V.J., and Chapman, D.J. 1980. "Seaweds and Their Uses", 3rd ed., Chapman and Hall. New York.
- Darni, Yuli., Utami, H. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4): 88-93.
- Darni, Yuli., Utami, H., Septiana dan Adila, R. 2017. Comperative Studies of the *Edible film* Based on Low Pectin Methoxyl with Glicerol and Sorbitol *Plasticizer*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 6(2): 158-167.
- Dhanapal A., Sasikala P., Rajamani I., Kavitha V., Yazhini G., Banu M.S. 2012. Edible Films from Polysaccharides. *Food Science and Quality Management*. 3: 9-17.
- Diharmi, Andharini. 2016. Karakteristik Fisiko-Kimia Karagenan Rumput Laut Merah *Eucheuma Spinosum* dari Perairan Nusa Penida, Sumenep, dan Takalar. Bogor.
- Embuscado. Mida, E., Kerry, C., Huber. 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer Science + Bussiness Media, LLC. New York.
- Fairus, S., Hariono., A. Miranthy., dan A. Aprianto. 2010. Pengaruh Konsentrasi HCL dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta.
- Faizin, K.N. 2012. Pengaruh Penambahan Boraks dan Kitosan Terhadap Kekuatan Tarik Biokomposit Serat Rami Bermatrik Sagu. *Jurnal Teknik Mesin*. 1(1): 21-30.
- Fardhayanti, Dewi Selvia dan Syara Sofia Julianur. 2015. Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 4(2).
- Fitantri, A.L., Nur Her R.P., Danar, Praseptiangga. 2014. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris *Fruit Leather* Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Dengan Penambahan Karaginan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(1): 26-34.

- Glicksman M. 1983. *Food Hydrocolloid*. Vol II. CRS Press Inc. Boca Raton Florida.
- Handito, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. *Agroteksos*. 21(2-3): 151-157.
- Harumarani, Shara., dan Widodo Farid M.R., 2016. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gliserol Pada Karakteristik *Edible Film* Komposit Semirefined Karagenan *Eucheuma Cottoni* Dan *Beeswax*. *Jurnal Peng. & Biotek*. 5(1):101-105.
- Hidayah, Betty Ika., Neni Damajanti., dan Endar Puspawiningtyas. 2015. Pembuatan *Biodegradable Film* dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus hetrophyllus*) dengan Penambahan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta.
- Imeson, A. 2000. Carrageenan. Dalam: Phiips Williams PA (editor). *Handbook of Hydrocolloids*. USA: Div. Corp. Springfield.
- Jouanneu D., Boulenger P., Mazoyer J., Helbert W. 2011. Hybridity of Carrageenans Water and Alkali-Extracted from *Chondracanthus Chamissoi*, *Mazzaella Laminarioides*, *Sarcothalia Crispata*, and *Sarcothalia Biopharm*. 73: 302-309.
- Kafillah. 2013. Karaterisasi *Edible Film* dari Pati Biji Nangka dan Agar-Agar Sebagai Pembungkus Jenang. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Indonesia.
- Koswara, S., Purwiyatno, H dan Eko, H.P. 2002. *Edible Fim*. *Jurnal Tekno Pangan dan Agroindustri*. 1(12): 183-196.
- Kristiono, Monica., Melanie C., Natania. 2017. Pengaruh *Edible Coating* Pati Biji Nangka Terhadap Mutu Pisang Mas.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin dan M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coatings and Films To Improve Food Quality*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. USA.
- Lee, S.Y., and V.C.H Wan. 2005. *Edible Film and Coatings*. In *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. 135.
- Meyer, R.C., A.R Winter and H.H Weister. 1959. Edible Protective Coatings For Extending The Self Life Of Poultry. *Food Technology*, 13: 146-148.
- Mukprasit, A., and Sajjaanantakul, K. 2004. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seed (*Artocarpus hetrophyllus Lam*). *International Journal of Food Science and Technology*. 39: 271-276.
- Mulyadi, A.F., Sri, Kumalaningsih dan Deborah, Giovanny LG. 2012. Aplikasi *Edible Coating* Untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) (Kajian Konsentrasi Karagenan Dan Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional*. 507-516.
- Ningsih, S.H. 2015. Pengaruh *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Campuran Whey dan Agar. Makassar.
- Nurdiana, Dani. 2002. Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Khitosan dengan Sorbitol sebagai *Plasticizer*. Bogor.

- Oses J., Fernandez-Pan I., Mendoza M., Mate J.I. 2009. Stability of the Mechanical Properties of Edible Films Based on Whey Protein Isolate During Storage at Different Relative Humidity. *Food Hydrocolloids*. 23(1): 125-131.
- Pawigya, Harsa., Dyah T.R., Boan Tua V.H., dan Novie Valentina. 2015. Pembuatan *Edible Film* dari Karagenan Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* untuk Mengawetkan Buah Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta.
- Pitak N., Rakshit S.K. 2011. Physical and Antimicrobial Properties of Banana Flour/Chitosan *Biodegradable* and Self Sealing Films Used For Preserving Freshcut Vegetables. *LWT-Food Science and Technology*. 44(10): 2310-2315.
- Poelongasih, D.E., dan Marseno, W.D. 2003. Karakterisasi *Edible Film* Komposit Protein dan Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.
- Puspita, Ajeng Dian. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Struktur Mikro dan Sifat Termal Film Plastik Berbahan Dasar Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang Indonesia.
- Rianse, M.I.Q. 2017. Pengaruh Konsentrasi k-Karagenan Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Produk *Vegetable Leather* dari Daun Kelor (*Moringa Oleifera L.*). Kendari.
- Rusli, Arham., Metusalach., Salengke., dan Mulyati M.T. 2016. Karakterisasi *Edible Film* Karagenan Dengan Pemplastis Gliserol. 219-229.
- Satuhu, S dan Supriyadi, A. 2000. Pisang Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Singh R.P., dan Heldman D.R. 2001. Introduction to Food Engineering. 3rd ed. CA: Academic Press, San Diego.
- Warkoyo., Rahardjo B., Marseno D.W., Karyadi J.N.W. 2014. Sifat Fisik, Mekanik dan *Barrier Edible Film* Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. *Jurnal Agritech*. 34(1): 72-81.
- Winarno, F.G. 1992. Kimia Pangan dan Gizi. Pt.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wulandari, Retno. 2010. Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* dengan dua metode. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Yunarni. 2012. Studi Pembuatan Bakso Ikan Dengan Tepung Biji Nangka. Makassar.