

**VARIASI KONSENTRASI GLISEROL PADA PEMBUATAN
EDIBLE FILM PATI KULIT PISANG BARANGAN
(*Musa acuminata* Linn.)**

**Variations Of Glycerol Concentration in Edible Film Synthesize of Barangan
Banana Peels Starch (*Musa acuminata* Linn.)**

Reni Andriani¹, Farida Hanum Hamzah², Shanti Fitriani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Email korespondensi: reniandriani958@gmail.com

ABSTRAK

Kulit pisang adalah limbah organik yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi seperti pati yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh konsentrasi gliserol yang paling baik pada pembuatan *edible film* pati kulit pisang barangan (*Musa acuminata* Linn.). Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga kali ulangan, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan diikuti dengan uji *Duncan's New Multiple Range* (DNMR) pada taraf 5%. Perlakuan dalam penelitian ini adalah P₁ (penambahan 1% gliserol), P₂ (penambahan 2% gliserol), P₃ (penambahan 3% gliserol), P₄ (penambahan 4% gliserol) dan P₅ (penambahan 5% gliserol). Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah kuat tarik, elongasi, ketebalan, ketahanan terhadap air, kelarutan, dan laju perpindahan uap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P₁ (penambahan gliserol 1%) merupakan perlakuan terbaik dengan kuat tarik 3,32 MPa, elongasi 18,50%, ketebalan 0,13 mm, ketahanan terhadap air 2,75%, kelarutan 15,42%, dan laju perpindahan uap air 12,63 gm⁻².jam.

Kata kunci: Gliserol, *edible film*, kulit pisang, pati.

ABSTRACT

Banana peel is an organic waste that has high carbohydrate content such as starch which can be used as a raw material for making *edible film*. The purpose of this study was to obtain the best glycerol concentration in the manufacture of *edible films* of barangan banana peel starch (*Musa acuminata* Linn.). This research was conducted experimentally by using complete randomized design (CRD) which consists of five treatments and three replications, thus analyzed by using analysis of variance (ANOVA) and followed by duncan's new multiple range test (DNMRT) at level 5%. The treatments in this research were P₁ (addition of 1% glycerol), P₂ (addition of 2% glycerol), P₃ (addition of 3% glycerol), P₄ (addition of 4% glycerol), and P₅ (addition of 5% glycerol) in

formulation of *edible films*. The observation consists of tensile strength, elongation, thickness, water resistance, solubility, and water vapor transmission rate. The best treatment was P₁ which has a tensile strength of 3,32 MPa, elongation of 18,50%, thickness of 0,13 mm, water resistance of 2,75%, solubility of 15,42%, and water vapor transmission rate of 12,63 g,m⁻².h.

Keywords: Glycerol, *edible film*, banana peel, starch.

PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia, yang didukung dengan iklim yang cocok sehingga produksi pisang di Indonesia cukup tinggi. Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura (2019), luas lahan perkebunan pisang di Indonesia adalah 200,219 ha dengan produksi sebesar 7.105,914 ton.ha⁻¹ sedangkan di Riau luas lahan perkebunan pisang adalah 752 ha dengan produksi sebesar 62,76 ton.ha⁻¹. Beberapa jenis pisang yang tinggi produksinya seperti pisang kepok, pisang barangan, pisang ambon, dan jenis pisang lainnya. Tingginya produksi yang dimanfaatkan untuk berbagai produk berbahan baku pisang seperti pisang coklat keju, pisang sale, dan selai, atau jam, menghasilkan limbah kulit pisang yang sangat besar yaitu mencapai 40% bagian dari buah pisang utuh (Okorie *et al.*, 2015).

Kulit pisang merupakan limbah organik, mempunyai kandungan gizi yang dapat dimanfaatkan menjadi produk lain. Kandungan utama pada kulit pisang seperti air 68,90% dan karbohidrat 18,50%. Karbohidrat yang dikandung dalam kulit pisang adalah pati. Kandungan pati dalam kulit pisang sebesar 12,1%. Sebagian besar pati kulit pisang mengandung amilosa 23% dan amilopektin 74%. Pati adalah jenis polisakarida

karbohidrat (karbohidrat kompleks). Pati tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar, dan tidak berbau (Claus *et al.*, 1970).

Kandungan pati yang cukup tinggi pada kulit pisang belum dimanfaatkan secara maksimal, perlu dicari solusi untuk memanfaatkan pati dari kulit pisang menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi seperti *edible film*. Pati merupakan bahan utama dalam pembuatan *edible film*. *Edible film* adalah suatu lapisan tipis, dibuat dari bahan yang dapat dimakan dan dapat digunakan untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (Krochta, 1992 dalam Kusumawati dan Putri 2013). Contoh penggunaan *edible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering. Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan selain proses pembuatan dan metode aplikasinya (Yulianti dan Ginting, 2012). Salah satu kelemahan *edible film* adalah bersifat kaku, karena itu pada pembuatan *edible film* perlu adanya penambahan *plasticizer* (pemlastis) untuk memperlemah kekakuan *film*.

Plasticizer atau pemlastis adalah bahan organik dengan bobot molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan *film* (Gennadios, 2002).

Jenis pemlastis yang biasa ditambahkan antara lain: gliserin, gliserol, polietilenglikol (PEG), *carboxy methyl cellulose* (CMC), sorbitol, sukrosa, dan monogliserida yang diasetilisasi (Cerqueira *et al.*, 2011). Salah satu pemlastis yang aman digunakan adalah gliserol. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis *film* karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Nisa, 2014). Gliserol merupakan pemlastis yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk *film* seperti pati (Rodrigues *et al.*, 2006). Menurut Gontard *et al.* (1993), yaitu penambahan gliserol akan menghasilkan *film* yang lebih fleksibel dan halus.

Beberapa penelitian pembuatan *edible film* dengan penambahan gliserol telah dilakukan. Atika (2010), meneliti kajian karakteristik *edible film* dari tapioka. dan gelatin dengan perlakuan penambahan gliserol, perlakuan terbaik penambahan 3% gliserol menghasilkan gaya tarik 9,609 kg.cm², kadar air *edible film* berkisar antara 10,46-13,88% dan nilai *water activity* (A_w) berkisar antara 0,551-0,574%. Sementara itu Heni *et al.* (2016), meneliti pengaruh penambahan gliserol terhadap karakteristik penyalut *edible film* lidah buaya (*Aloe vera*), perlakuan terbaik konsentrasi gliserol 0,5% menunjukkan *film* terbaik dengan laju perpindahan uap air 906,65 g.m⁻².jam dan kuat tarik 6,3 MPa.

Penelitian pembuatan *edible film* dengan memanfaatkan pati kulit pisang telah dilakukan. Nurfajrin *et al.* (2015) meneliti karakterisasi dan sifat biodegradasi *edible film* dari pati kulit pisang nangka (*Musa paradisiaca* Linn.) dengan

penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol, perlakuan terbaik konsentrasi gliserol 5% menghasilkan gaya tarik adalah 43,3953 kg.cm² dan perpanjangan 14%. Penelitian lainnya oleh Akili *et al.* (2012), meneliti karakteristik *edible film* dari pektin hasil ekstraksi pati kulit pisang ambon (*Musa acuminata* Colla), melaporkan perlakuan terbaik gliserol 10% dengan kuat tarik 12,50 MPa dan laju perpindahan uap air 94,45 g.m⁻².jam.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi gliserol terbaik pada pembuatan *edible film* pati kulit pisang barangan (*Musa acuminata* Linn.).

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* ini yaitu kulit pisang barangan yang berwarna kuning sedikit hijau dan buahnya setengah masak diperoleh dari penjual makanan "pisang coklat" di jalan Suka Karya Kecamatan Tampan, Pekanbaru, gliserol (C₃H₈O₃) 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, aluminium foil, lem UHU, dan akuades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, baskom, loyang, kain saring, oven, ayakan 80 mesh, gelas beker 100 ml, erlenmeyer 250 ml, spatula, *hot plate*, *magnetic stirrer*, batang pengaduk, pipet tetes, cawan petri, gelas ukur 5 ml, termometer, desikator, timbangan analitik, mikrometer sekrup, penggaris, gunting, alat dokumentasi, dan alat tulis.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan

rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari lima perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali pengulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Perlakuan mengacu pada Setiani *et al.* (2013). Berikut adalah perlakuannya:
P₁=Penambahan gliserol 1%
P₂=Penambahan gliserol 2%
P₃=Penambahan gliserol 3%
P₄=Penambahan gliserol 4%
P₅=Penambahan gliserol 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Rata-rata nilai kuat tarik *edible film*

Perlakuan	Kuat tarik (MPa)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	3,32 ^c
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	2,29 ^b
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	2,32 ^b
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	1,37 ^a
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	1,17 ^a

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 1,17-3,32 MPa. Nilai kuat tarik *edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan P₁ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Sementara itu nilai kuat tarik terendah terdapat pada perlakuan P₅ yang berbeda tidak nyata dengan P₄, dan berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, dan P₃. Penambahan konsentrasi gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik, semakin banyak konsentrasi gliserol maka nilai kuat tarik semakin menurun. Hal ini disebabkan gliserol dapat menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer sehingga menyebabkan penurunan kuat tarik dan peningkatan elongasi seiring dengan bertambahnya

Uji Kuat Tarik

Pengukuran nilai kuat tarik *edible film* adalah suatu metode yang digunakan untuk melihat seberapa besar tarikan maksimal yang dapat dicapai pada *edible film* sebelum putus. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan persentase gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik *edible film*. Rata-rata nilai kuat tarik *edible film* setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

gliserol. Konsentrasi gliserol yang digunakan pada *edible film* membuat struktur polimer pada pati tidak kokoh sehingga kemampuan interaksi antarmolekul menurun. Pendapat ini didukung oleh pernyataan Chang (2006), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol yang berfungsi sebagai pemlastis maka nilai kuat tarik *edible film* akan semakin menurun. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Saputra (2018), mendapatkan hasil yang relatif sama pada *edible film* dari pati sagu termodifikasi asetilasi dengan penambahan gliserol, mengalami penurunan nilai kuat tarik seiring dengan bertambahnya konsentrasi gliserol yakni 21,55- 4,89 MPa.

Faktor yang mempengaruhi nilai kuat tarik selain konsentrasi gliserol adalah bahan yang digunakan yaitu pati kulit pisang barangan karena pati kulit pisang barangan memiliki kadar amilosa yang rendah sebesar 23%, amilosa yang rendah membuat jumlah polimer dalam formasi matriks semakin sedikit, ikatan antar polimer semakin tidak kuat dan kuat tarik yang dihasilkan juga semakin rendah. Sedangkan kadar amilopektin pati kulit pisang barangan sebesar 74%. Kandungan amilopektin yang tinggi membuat matriks *film* renggang sehingga lebih mudah putus dan kuat tarik menjadi rendah. Sesuai dengan pendapat Rodriguarez *et al.* (2006), menyatakan bahwa bahan yang mempunyai amilosa tinggi dapat dibuat *edible film*, yaitu pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* semakin lentur, dan kuat.

Nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar dari nilai kuat tarik *edible film* berdasarkan JIS (1975) dalam Nurindra (2015), yaitu minimal 0,3 MPa. Hasil penelitian ini didukung pada penelitian sebelumnya, yaitu Cornelia *et al.* (2012), menyatakan bahwa penurunan nilai kuat tarik seiring bertambahnya konsentrasi gliserol pada *edible film* dari pati bengkoang

1% dengan penambahan gliserol 0,5% yaitu 15,35-4,70 MPa. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Lismawati (2017), melakukan penelitian tentang *edible film* dari pati kentang konsentrasi 3% didapat rata-rata nilai kuat tarik yaitu 0,75-0,35 MPa. Sanyang *et al.* (2015) menyatakan bahwa penurunan kuat tarik karena pengaruh peningkatan konsentrasi pemlastis. Hal ini disebabkan peran pemlastis yang mengurangi daya tarik molekul yang kuat antar pati dan mendorong pembentukan ikatan hidrogen antar molekul pati dan pemlastis. Han (2004) menambahkan bahwa gliserol bersifat hidrofilik akan melemahkan struktur dari ikatan hidrogen pada pati sehingga cenderung menurunkan kemampuan interaksi antarmolekul.

Elongasi

Elongasi merupakan keadaan dimana *edible film* putus setelah mengalami perubahan panjang dari ukuran yang sebenarnya pada saat mengalami peregangan. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan persentase gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai elongasi *edible film*. Rata-rata nilai elongasi *edible film* setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata nilai elongasi *edible film*

Perlakuan	Elongasi (%)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	18,50 ^a
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	19,15 ^b
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	20,40 ^c
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	21,39 ^d
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	22,12 ^e

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai elongasi *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 18,50-22,12%. Nilai elongasi *edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan P₅ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Sementara itu nilai elongasi terendah terdapat pada perlakuan P₁ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hasil pengukuran menunjukkan nilai elongasi *edible film* dipengaruhi oleh konsentrasi gliserol yang digunakan pada tiap perlakuan sehingga hasil yang diperoleh berbeda nyata, dimana semakin tinggi konsentrasi gliserol maka nilai elongasi semakin meningkat. Peningkatan konsentrasi gliserol pada formulasi *edible film* disebabkan gliserol sebagai pemlastis mampu mengurangi interaksi antar molekul sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas. Pendapat ini didukung oleh pernyataan Polnaya *et al.* (2006), menyatakan bahwa gliserol pada pembuatan *edible film* menyebabkan matriks *edible film* menjadi kurang rapat, sehingga *edible film* semakin elastis.

Nilai elongasi *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar dari nilai persen pemanjangan (*elongation*) *edible film* berdasarkan JIS (1975) dalam Nurindra (2015), yaitu minimal 10-50%. *Edible film* dengan nilai elongasi tertinggi pada penelitian ini terdapat pada perlakuan P₅ yaitu 22,12%. Hal ini didukung oleh pernyataan Krochta dan Johnston (1997) dalam Rahmawati (2009), menyebutkan persentase elongasi *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10%. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa, *edible film* pati kulit pisang barangan mempunyai tingkat elongasi yang cukup baik. Saputra (2018) mendapatkan hasil yang relatif sama pada *edible film* dari pati sagu termodifikasi asetilasi dengan penambahan gliserol, mengalami peningkatan nilai elongasi seiring dengan bertambahnya konsentrasi gliserol yakni 2,19-18,16%.

Indrayani (2016) menyatakan bahwa *film* tanpa penambahan gliserol memiliki nilai elongasi yang lebih rendah dibandingkan *film* dengan penambahan gliserol karena gliserol mampu mengurangi sifat kaku pada *film*, sehingga *film* menjadi lebih elastis, fleksibel, dan tidak mudah rapuh. Salah satu faktor yang mempengaruhi elongasi *edible film* adalah viskositas larutan *edible film*, kandungan polimer penyusun *edible film*, dan penambahan pemlastis yang digunakan (Huri dan Nisa, 2014). Salah satu bahan yang dapat mempengaruhi elongasi *edible film* yaitu pemlastis berupa gliserol. Gliserol berpengaruh terhadap kekompakan pati dalam pembuatan *edible film*.

Ketebalan Edible Film

Ketebalan merupakan sifat fisik *edible film* yang besarnya dipengaruhi oleh konsentrasi hidrokoloid pembentuk *edible film* dan ukuran plat kaca pencetak. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Rata-rata nilai ketebalan *edible film* setelah diuji lanjut dengan DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata nilai ketebalan *edible film*

Perlakuan	Ketebalan (mm)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	0,13 ^a
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	0,17 ^{ab}
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	0,21 ^b
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	0,28 ^c
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	0,33 ^d

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,13-0,33 mm. Nilai ketebalan *edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan P₅ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Sementara itu nilai ketebalan terendah terdapat pada perlakuan P₁ yang berbeda tidak nyata dengan P₂, dan berbeda nyata dengan perlakuan P₃, P₄, dan P₅. Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka ketebalan *edible film* yang dihasilkan semakin meningkat. Peningkatan ini diduga karena penambahan konsentrasi gliserol yang menyebabkan kekentalan larutan meningkat sehingga volume adonan juga semakin meningkat dan *edible film* menjadi semakin tebal. Hal ini disebabkan sifat gliserol yang dapat meningkatkan viskositas larutan pada *edible film*. Pendapat ini didukung oleh Bourtoom (2008), menyatakan bahwa pemlastis yang ditambahkan untuk pembuatan *edible film* dapat meningkatkan pati dan membentuk polimer pati-pemlastis sehingga ikatan pati-pati digantikan oleh ikatan pati-gliserol-pati yang menyebabkan peningkatan ketebalan *film*.

Pati kulit pisang barangan memiliki kadar amilopektin 74% yang tinggi dibandingkan amilosa 23% (Antarlina, 2009). Kadar amilopektin yang tinggi dapat mempermudah proses gelatinisasi dan meningkatkan viskositas dalam larutan, sehingga pati dapat mengembang dalam air panas yang dibutuhkan untuk proses gelatinisasi dan meningkatkan ketebalan *film*. Pendapat ini didukung oleh pernyataan Setiani *et al.* (2013), menyatakan bahwa kadar amilopektin berpengaruh terhadap ketebalan *film*, kadar amilopektin yang tinggi dapat meningkatkan kekentalan larutan. Kemampuapenyerapan air pada masing-masing bahan akan mempengaruhi kekentalan larutan *edible film*. Hal ini dapat dikaitkan dengan penggunaan plat cetakan yang sama pada pembuatan *edible film* sehingga ketebalan *edible film* hampir sama.

Nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar yaitu sebesar 0,13-0,33 mm dari nilai ketebalan *edible film* berdasarkan JIS (1975) dalam Nurindra (2015), yaitu maksimal 0,25 mm. Sedangkan pelapis yang tebal (>0,25 mm)

kurang baik karena dapat membuat pertukaran gas hasil respirasi sehingga menyebabkan produk cepat rusak. Syahrums (2017) melakukan penelitian sebelumnya tentang pembuatan *edible film* menggunakan bahan baku pati biji cempedak dengan perlakuan konsentrasi pati 5% mendapatkan ketebalan yang meningkat, yaitu berkisar 0,10-0,15 mm. Nemet *et al.* (2010) menyatakan bahwa konsentrasi gliserol tinggi dapat meningkatkan kemampuan menyerap uap air sampai batas tertentu dan dapat menyebabkan peningkatan ketebalan *film* akibat proses pembengkakan.

Ketahanan *Edible Film* Terhadap Air

Uji ketahanan terhadap air adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap *edible film* terhadap air yang dinyatakan dalam persen pengembangan (*swelling*), dimana *edible film* yang memiliki persen *swelling* yang rendah memiliki ketahanan terhadap air yang tinggi. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan persentase gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai ketahanan terhadap air *edible film*. Rata-rata nilai ketahanan terhadap air *edible film* setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata nilai ketahanan terhadap air *edible film*

Perlakuan	<i>Swelling</i> (%)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	2,75 ^a
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	3,16 ^a
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	4,03 ^b
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	4,92 ^c
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	6,09 ^d

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata Nilai *swelling edible film* yang dihasilkan berkisar antara 2,75-6,09%. Nilai *swelling edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan P₅ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Sementara itu nilai *swelling* terendah terdapat pada perlakuan P₁ yang berbeda tidak nyata dengan P₂, dan berbeda nyata dengan perlakuan P₃, P₄, dan P₅.

Nilai *swelling edible film* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah konsentrasi gliserol. Penambahan konsentrasi gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *swelling edible film*

yang dihasilkan, semakin banyak konsentrasi gliserol maka nilai *swelling edible film* semakin meningkat. Hal ini berkaitan dengan sifat gliserol yang hidrofilik atau suka air sehingga *edible film* mudah menyerap air sehingga ketahanan terhadap air semakin rendah. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Anggraini (2013), mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi gliserol pada *biodegradablefilm* dari biji nangka berkisar 20,98-29,94%.

Intan dan Wan Aizan (2011) menyatakan bahwa nilai penyerapan air oleh *edible film* semakin

meningkat dengan meningkatnya jumlah gliserol yang ditambahkan. Meningkatnya penambahan konsentrasi gliserol yang bersifat hidrofilik ke dalam larutan *edible film* akan menyebabkan lemahnya interaksi antar molekul-molekul, sehingga kerapatan antar molekul semakin berkurang dan terbentuknya ruang bebas di sekitar matriks *edible film* yang dapat meningkatkan kelarutan terhadap air. Pendapat ini didukung oleh pernyataan Coniwanti *et al.* (2014), menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol berpengaruh pada ketahanan terhadap air pada *edible film*, semakin banyak konsentrasi gliserol maka ketahanan terhadap air *edible film* semakin rendah. Meningkatnya konsentrasi gliserol yang bersifat hidrofilik pada larutan *film* akan membuat *film* mudah larut dalam air.

Peningkatan nilai *swelling edible film* juga dipengaruhi oleh sifat pati yang mengandung amilopektin. Amilopektin yang tinggi sebesar 74% dan amilosa yang rendah sebesar 23% mempengaruhi nilai *swelling edible film*. Amilopektin yang tinggi membuat matriks *film* renggang sehingga lebih mudah putus membuat banyak ruang kosong dan penyerapan terhadap airnya meningkat sehingga ketahanan air menjadi rendah.

Pendapat ini didukung oleh Darni dan Herti (2010), menyatakan bahwa struktur amilosa lebih kompak dibandingkan amilopektin, amilosa membuat matriks *film* menjadi rapat dan sulit untuk dimasuki oleh molekul air sehingga semakin tinggi kandungan amilosa maka ketahanan air akan semakin meningkat. Sejalan dengan pendapat Krisna (2011), menyatakan bahwa semakin banyak struktur kristalin amilosa pada pati maka akan meningkatkan gaya kohesi dalam matriks *edible film* sehingga menurunkan daya larut *edible film* terhadap air karena sedikit gugus OH yang memungkinkan untuk berikatan dan larut didalam air.

Kelarutan Edible Film

Kelarutan *film* merupakan faktor yang penting dalam menentukan *biodegradabilitasfilm* ketika digunakan sebagai pengemas. Kelarutan *edible film* sebagai bahan pengemas yang dikehendaki berbeda-beda tergantung pada jenis produk yang dikemas (Nurjannah, 2004). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan persentase gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kelarutan *edible film*. Rata-rata nilai kelarutan *edible film* setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata nilai kelarutan *edible film*

Perlakuan	Kelarutan (%)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	15,42 ^a
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	16,43 ^b
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	17,21 ^c
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	19,02 ^d
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	20,19 ^e

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kelarutan *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 15,42-20,19%. Nilai kelarutan *edible film* berbeda nyata tiap perlakuan seiring meningkatnya konsentrasi gliserol. Hal ini disebabkan konsentrasi pati yang sama dan konsentrasi gliserol yang berbeda menyebabkan berbeda nyata pada kelarutan *edible film*. Kelarutan *edible film* meningkat seiring bertambahnya konsentrasi gliserol. Hal ini dipengaruhi oleh komponen hidrofilik pada pati yang merupakan komponen yang suka air atau larut dalam air. Gliserol adalah komponen yang larut dalam air. Sehingga penambahan gliserol mampu meningkatkan kelarutan *film*. Semakin tinggi sifat hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya juga akan semakin tinggi. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka akan semakin tinggi pula kelarutan *film*. Pendapat ini didukung oleh Coniwanti *et al.* (2014), menyatakan bahwa pengaruh peningkatan konsentrasi gliserol akan semakin meningkatkan kelarutan *edible film*.

Nilai kelarutan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar dari nilai kelarutan *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (JIS), yaitu maksimal 14%. Penelitian ini masih memiliki nilai kelarutan *edible film* yang lebih tinggi dari standar *edible film* berdasarkan JIS (1975) dalam Nurindra (2015), yaitu sebesar 15,42%-20,19%. Krisna (2011) melakukan penelitian sebelumnya tentang *edible film* dari pati kacang merah 6% seiring dengan bertambahnya konsentrasi gliserol 20% yaitu 17,18%.

Peningkatan kelarutan *edible film* terhadap air juga dipengaruhi oleh sifat pati yang mengandung amilopektin. Amilopektin yang tinggi pada pati kulit pisang barangan juga mempengaruhi kelarutan *edible film*. Kandungan amilopektin yang tinggi terdapat dalam pati menyebabkan pati tidak larut dalam air sehingga saat terjadi retrogradasi (terikatnya kembali molekul-molekul amilosa yang keluar dari ganula pati yang telah pecah) dapat mempertahankan sifat gel yang terbentuk di dalamnya. Semakin besar konsentrasi pati yang terkandung dalam *edible film* maka daya larut *edible film* terhadap air semakin rendah, hal tersebut disebabkan pati yang volumenya lebih banyak dapat mengandung amilopektin yang tinggi sehingga tingkat penerimaan pati terhadap air lebih kecil yang menyebabkan gugus hidrofilik menjadi rendah. Hal ini didukung pernyataan Setiani *et al.* (2013), menyatakan bahwa kandungan amilopektin yang lebih tinggi akan menyebabkan percabangan lebih banyak. Percabangan ini mengakibatkan ikatan antar rantai dalam amilopektin mudah putus sehingga banyak ruang kosong dan rapat massa antar rantai dalam pati, dan rapat massa tersebut dapat menghambat penyerapan air pada pati. Oleh sebab itu semakin tinggi amilopektin maka kelarutan terhadap airnya semakin rendah.

Laju Perpindahan Uap Air

Laju perpindahan uap air adalah suatu unit luasan bahan yang permukaannya rata dengan ketebalan tertentu, sebagai akibat dari suatu perbedaan unit tekanan uap antara dua permukaan tertentu pada kondisi

suhu dan kelembaban tertentu (Paramawati, 2001). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan persentase gliserol memberikan pengaruh nyata

terhadap nilai laju perpindahan uap air. Rata-rata nilai laju perpindahan uap air setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata nilai laju perpindahan uap air *edible film*

Perlakuan	Laju perpindahan uap air (g,m ² .jam)
P ₁ (Penambahan gliserol 1%)	12,63 ^a
P ₂ (Penambahan gliserol 2%)	13,98 ^b
P ₃ (Penambahan gliserol 3%)	15,19 ^c
P ₄ (Penambahan gliserol 4%)	16,63 ^d
P ₅ (Penambahan gliserol 5%)	18,23 ^e

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata nilai laju perpindahan uap air *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 12,63-18,23 g,m².jam. Nilai laju perpindahan uap air *edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan P₅ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Sementara itu nilai laju perpindahan uap air terendah terdapat pada perlakuan P₁ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Nilai laju perpindahan uap air *edible film* cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi gliserol. Penambahan konsentrasi gliserol memberikan pengaruh nyata terhadap nilai laju perpindahan uap air yang dihasilkan, semakin banyak konsentrasi gliserol maka nilai laju perpindahan uap air *edible film* semakin meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan pada larutan *film*, maka akan menyebabkan lemahnya interaksi antar molekul-molekul sehingga kerapatan molekul menjadi berkurang dan terbentuk ruang bebas

pada matriks *film* dan dapat memudahkan difusi uap air. Pendapat ini didukung oleh Amaliya dan Putri (2014), menyatakan bahwa pemlastis yang bersifat hidrofilik seperti gliserol mampu menurunkan tegangan antar molekul pada matriks *edible film* dan menyebabkan ruang antar molekul semakin besar sehingga uap air bisa menembus *edible film*.

Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai laju perpindahan uap air *edible film* yang didapat masih memenuhi standar untuk semua perlakuan dari nilai laju perpindahan uap air *edible film* berdasarkan JIS (1975) dalam Nurindra (2015), yaitu maksimal 200 g,m².jam. Hasil penelitian ini didapat perlakuan terbaik, yaitu perlakuan P1 sebesar 12,63 g,m².jam. Hasil penelitian ini didukung pada penelitian sebelumnya, yaitu Wattimena *et al.* (2016), menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi gliserol 0,5% maka nilai laju perpindahan uap air pada *edible film* dari pati sagu fosfat dan pati sagu

(3% b/v) alami yang dihasilkan akan meningkat yakni berkisar 7,79-14,87 g,m⁻².jam.

Menurut Sitompul dan Zubaidah (2017), menyatakan bahwa karakteristik perpindahan uap air pada *film* dipengaruhi oleh sifat hidrofilik dan hidrofobik, jenis pemlastis, tingkatan serta kesesuaian dari pemlastis yang digunakan. Sejalan dengan pendapat Amaliya dan Putri (2014), menyatakan bahwa penambahan pemlastis seperti gliserol juga akan menyebabkan penurunan ikatan hidrogen internal sekaligus peningkatan jarak antar molekul yang mengakibatkan

peningkatan permeabilitas *edible film*. Selain itu, penurunan interaksi antar molekul dan peningkatan molekul akan memudahkan perpindahan molekul uap air.

Edible Film Formulasi Terbaik

Edible film diharapkan mampu melindungi produk dari kerusakan yang disebabkan oleh oksigen, kelembaban, aroma, *flavour*, dan minyak. Sehingga mampu menjadi kemasan ramah lingkungan yang aman dikonsumsi serta mampu memperbaiki dan menjaga kualitas dari pangan tersebut. Pemilihan formulasi terbaik pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan *edible film* formulasi terbaik

Karakteristik	Perlakuan					JIS
	P1 (1%)	P ₂ (2%)	P ₃ (3%)	P ₄ (4%)	P ₅ (5%)	
Kuat tarik (MPa)	3,32^c	2,29^b	2,32^b	1,37^a	1,17^a	Min. 0,3
Elongasi (%)	18,50^a	19,15^b	20,40^c	21,39^d	22,12^e	10-50%
Ketebalan (mm)	0,13^a	0,17^{ab}	0,21^b	0,28 ^c	0,33 ^d	Maks. 0,25
Ketahanan terhadap air (%)	2,75^a	3,16 ^a	4,03 ^b	4,92 ^c	6,09 ^d	-
Kelarutan (%)	15,42^a	16,43 ^b	17,21 ^c	19,02 ^d	20,19 ^e	Maks. 14
Laju perpindahan uap air(g,m ⁻² .jam)	12,63^a	13,98^b	15,19^c	16,63^d	18,23^e	Maks. 200

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMR pada taraf 5%.

Konsentrasi gliserol terbaik dipilih berdasarkan karakteristik *edible film* yang memenuhi standar *Japanese Industrial Standard* (JIS). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, konsentrasi gliserol pati kulit pisang barangan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan P1 (penambahan gliserol 1%). Perlakuan P1 dipilih sebagai perlakuan terbaik karena dari hasil analisis yang dilakukan yaitu kuat tarik, elongasi, ketebalan, ketahanan terhadap air, kelarutan, dan laju perpindahan uap air menghasilkan karakteristik yang paling baik,

kecuali kelarutan *edible film* yang tidak memenuhi ketentuan *Japanese Industrial Standard* (JIS) dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya dan ketahanan terhadap air tidak ada dalam standar *Japanese Industrial Standard* (JIS).

Kuat tarik merupakan tarikan maksimal yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum putus (Bourtoom 2008). *Edible film* dengan nilai kuat tarik tinggi diharapkan mampu mengurangi kerusakan maksimal pada produk yang akan dikemas, sehingga produk

yang akan dikemas dapat terjaga mutunya. Perlakuan P₁ memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Elongasi *edible film* dari kulit pisang barangan dengan penambahan gliserol yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 18,50-22,12%. Menurut Rachmawati (2009), menyatakan bahwa elongasi *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan tidak bagus jika nilainya kurang dari 10%. *Edible film* perlakuan P₅ ditetapkan sebagai perlakuan terbaik.

Ketebalan *edible film* merupakan salah satu karakteristik yang penting pada *edible film* akan mempengaruhi karakteristik-karakteristik yang lain. Menurut Skurtys *et al.* (2011), menyatakan bahwa *edible film* dapat dikatakan telah memenuhi syarat apabila memiliki ketebalannya <0,25 mm. *Edible film* yang terlalu tebal akan mempengaruhi bahan yang dikemas, seperti mengubah aroma, rasa, dan tingkat fleksibelnya. *Edible film* yang terbaik yaitu pada perlakuan P₁ dengan nilai ketebalan sebesar 0,13 mm yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan P₂ yaitu 0,17 mm.

Ketahanan *Edible film* terhadap air semakin rendah maka nilai *swelling* akan semakin meningkat. Proses penyerapan air yang semakin kecil dan kemampuan menahan air yang semakin tinggi, menyebabkan produk terhindar dari kerusakan yang diakibatkan oleh air. Menurut Setiani *et al.* (2013), semakin besar konsentrasi air yang terserap maka semakin besar kemampuan *edible film* dalam menyerap air. *Edible film*

yang terbaik yaitu *edible film* perlakuan P₁.

Sementara itu untuk parameter kelarutan menurut Nurjannah (2004), menyatakan bahwa tergantung dari jenis produk atau pangan yang ingin dikemas. Semakin rendah nilai kelarutan maka *edible film* semakin baik bagi produk agar tidak mudah rusak. Sebaliknya semakin tinggi nilai kelarutan suatu *edible film* maka semakin mudah terurai dan mudah untuk dikonsumsi. *Edible film* yang memenuhi persyaratan tersebut yaitu *edible film* perlakuan P₁.

Laju perpindahan uap air *edible film* yang baik untuk kemasan pangan menurut McHugh dan Krochta (1994) adalah yang memiliki kemampuan menyerap air yang kecil agar produk yang dikemas terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh udara. Peran utama *edible film* adalah sebagai penghambat transfer massa (kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, dan zat terlarut). *Edible film* yang memenuhi persyaratan tersebut adalah perlakuan P₁.

Edible film dengan perlakuan P₁ (penambahan gliserol 1%) merupakan perlakuan terbaik dan memiliki karakteristik *edible film* terbaik yang memenuhi *Japanese Industrial Standard* (JIS) yaitu kuat tarik 3,32 MPa, elongasi 18,50%, ketebalan 0,13 mm, ketahanan terhadap air 2,226% yang tidak ada di ketentuan *Japanese Industrial Standard* (JIS), kelarutan 15,42% yang lebih tinggi dari ketentuan *Japanese Industrial Standard* (JIS), dan laju perpindahan uap air 12,363 g,m⁻².jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan gliserol dengan konsentrasi yang meningkat yaitu 1-5% memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan yaitu dengan nilai kuat tarik dan elongasi yang tinggi, meningkatkan nilai ketebalan, menurunkan kelarutan, meningkatkan ketahanan terhadap air, dan menurunkan laju perpindahan uap air. *Edible film* dengan perlakuan P₁ (penambahan gliserol 1%) merupakan perlakuan terbaik dan memiliki karakteristik *edible film* terbaik yang memenuhi *Japanese Industrial Standard (JIS)* yaitu nilai kuat tarik 3,32 MPa, elongasi 18,50%, ketebalan 0,13 mm, ketahanan terhadap air 2,75%, kelarutan 15,42%, dan laju perpindahan uap air 12,63 g.m⁻².jam.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan *edible film* yang memenuhi standar nilai ketahanan terhadap air dan kelarutan *edible film* sesuai dengan *Japanese Industrial Standard (JIS)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akili, M., S. U. Ahmad, dan N. E. Suyatma. 2012. Karakteristik *edible film* dari pektin hasil ekstraksi pati kulit pisang ambon (*Musa acuminata* Colla). *Jurnal Teknik Pertanian*. 26(1).
- Amaliya, R. R dan W. D. R. Putri. 2014. Karakterisasi *edible film* dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 43-53.
- American Society for Testing and Material (ASTM). 1996. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.
- American Society for Testing of Material (ASTM). 1989. Standar Test Methods of Water Vapor Transmission Rate of Materials. ASTM Book of Standard D3985-81.
- Anggraini, F, Latifah dan Miswadi, S. S. 2013. Aplikasi *plasticizer* gliserol pada pembuatan *biodegradable film* dari biji nangka. *Jurnal Indonesian of Chemical Science*. 2(3).
- Antarlina, S. S. 2009. Identifikasi sifat fisik dan kimia buah-buahan lokal kalimantan. *Buletin Plasma Nutfah*. 15(2): 80-90.
- Atika. 2010. Kajian Karakteristik *Edible Film* dari Tapioka dan Gelatin dengan Perlakuan Penambahan Gliserol. Skripsi. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya.
- Bourtoom, T. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Journal Science and Technology*. 30(1) : 149-155.
- Cerqueira, M. A., A. I. Bourbon, A. C. Pinheiro, J. T. Martins, B.

- W. Souza, J. A. Teixeira, A. A. Vicente. 2011. Galactomannans use in the development of edible films (coatings) for food applications. *Trends in Food Science and Technology*. 22(12): 662- 671.
- Chang, L. Y. 2006. The antioxidant properties of garlic compounds. Allyl cysteine, alliin, allicin, and allyl disulfide. *J. Med. Food*. 9(2) : 205-213.
- Coniwanti, P., Laila, L. dan Alfira, M. R. 2014. Pembuatan film plastik biodegradable dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. *Jurnal teknik kimia*. 20(4) : 22-30.
- Cornelia, M., Anugrahati, N. A. dan Christina. 2012. Pengaruh penambahan pati bengkoang terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film*. *J. kimia kemasan*. 34(2) : 262-270.
- Claus, P. Edward, E. Varro, Tyler, and L. R. Brady. 1970. *Pharmacognosy*. 6th ed. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Kimia dan Lingkungan*. 7(4):88-93.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2019. *Produksi Buah Pisang di Indonesia*. Direktorat Jenderal Hortikultura. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Gennadios, A. 2002. Protein Based Film and Coating. CRC Press. Florida.
- Gontard, N., Guilbert, dan Cuq. 1993. Water and glycerol as plasticizer saffect mechanical and water barrier properties in an edible wheat gluten film. *Journal. Food Science*. 58(1): 206-211.
- Han, J. H. 2004. Innovations in fi packaging. Academic press, san diego, CA.
- Heni, R. A., I. S. Setiasih, Dan J. S. Hamdani. 2016. Pengaruh penambahan gliserol terhadap karakteristik penyalut *edible film* lidah buaya (*Aloe vera*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.7(1) : 56-79.
- Huri, D dan F. C. Nisa, 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4).
- Indriyani, S. M. 2016. Aplikasi *Nanofiber* Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai *Reinforcement Agent* pada Komposit *Thermoplastic Starch-Polyvinyl Alcohol* (TPS-PVA). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Krisna, D. D., A, 2011. Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat

- Fisik pada Pembuatan *Edible film* dari Pati Kacang Merah (*Vigna Angularis Sp.*). Tesis.
- Kusumawati, D. H. dan Putri, W. D. R. 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* Linn.). Skripsi (Tidak dipublikasikan). UIN Alauddin.Makassar.
- Listyaningsih, D. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi *Biofilm* Pati Gembili-Kitosan dengan *Plasticizer* Polivinil Alkohol. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- McHugh, T. H and J. M. Krochta. 1994. Sorbitol vs glycerol plasticized whey protein edible film integrated oxygen permeability and tensite property evaluation. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 42(4): 841-850.
- Nurfajrin, Z., D. G. S. Mahendrajaya, dan E. Sulistyawati. 2015. Karakterisasi dan sifat biodegradasi *edible film* dari pati kulit pisang nangka (*Musa paradisiaca* Linn) dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol. *Jurnal Teknik Pertanian*. 61(5) : 53-65.
- Nurjannah, W. 2004. Isolasi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut (*Sargassum Sp*) untuk Pembuatan *Biodegradable Film* Komposit Alginat Tapioka. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nurindra, A. P., M. A Alamsyah dan Sudarno. 2015. Karakteristik *edible film* dari pati propagul mangrove lindur (*bruguiera gymnorrhiza*) dengan penambahan *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebagai pemlastis. *Jurnal perikanan dan kelautan*. (5)2 : 125-132.
- Okorie, D. O., C. O., Eleazu dan P. Nwosu. 2015. Nutrient and heavy metal composition of plantain (*Musa paradisiaca*) and banana (*Musa paradisiaca*) peels. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 5(3): 1-3.
- Paramawati, R. 2001. Kajian Fisik dan Mekanik Terhadap Karakteristik *Film* Kemasan Organik dari Zein Jagung. Disertasi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian. Bogor.
- Rachmawati, A. K. 2009. Ekstraksi dan Karakteristik Pektin Cincu Hijau (*Premna oblongifolia*.M.) untuk Pembuatan *Edible Film*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Rodrigues, M., J., Ose's, K. Ziani, Dan J. I Mate. 2006. Combined effect of plasticizer and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Journal Food Research International*. 39 : 840-846.
- Sanyang ML, Sapuan, MS, Jawaid M, Ishak MR, Sahari J. 2015. Effect of plasticizer type and concentration on thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch. *Polymer*. 7: 1106-1124.
- Saputra, R. 2018. Karakteristik *Edible Film* Pati Sagu Termodifikasi Asetilasi dengan Penambahan Gliserol. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sari, R. P., S. T, Wulandari, dan D. H, Wardhani. 2013. Pengaruh penambahan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap karakteristik *edible film* pati ganyong (*Canna edulis* Kerr). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(3): 82-87.
- Setiani, W., T. Sudiarti, dan L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan karakterisasi *edible film* dari poliblend pati sukun-kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*. 3(2): 100-109.
- Skurtys, O., C. Acevedo, F. Paedreschi, J. M. Aguilera. 2011 “*Food hydrocolloid edible films and coating*”, Department of Food Science and Technology. Universidad de Santiago de Chile.Chile.
- Sukkunta, S. 2005. *Physical and Mechanical Properties of Chitosan-Gelatin Based Film*. Thesis. Department Technology of Environmental Management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Thailand.
- Widyaningsih, S., D. Kartika, dan Y. T. Nurhayati. 2012. Pengaruh penambahan sorbitol dan karbonat terhadap karakteristik dan sifat *biodegradable film* dari pati kulit pisang. *Jurnal Sains dan Teknik*. 7(1):69-81.
- Wattimena, D., L. Ega dan F. J.Polnaya. 2016. Karakteristik *edible film* pati sagu alami dan pati sagu fosfat dengan penambahan gliserol. *Jurnal Agritechnology*. 36(3): 247-251.
- Yulianti, R, dan E. Ginting. 2012. Perbedaan karakteristik fisik *edible film* dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan *plasticizer*. *Jurnal Tanaman Pangan*. 31(2): 131-136.