



Pemanfaatan Gelatin Ceker Itik dengan Penambahan Gliserol sebagai Plasticizer terhadap Sifat Fisik Edible Film

Utilization of Duck Feet Gelatin with the Additional Glycerol as A Plasticizer on the Physical Properties of Edible Film

Hana Aulia Andiati¹, Jajang Gumilar^{2*}, Eka Wulandari²

¹ Faculty of Animal Husbandry Faculty, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor Sumedang 45360

* Corresponding Author. E-mail address: j.gumilar@unpad.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Submitted: 10 August 2022

Accepted: 23 November 2022

KATA KUNCI:

Ceker itik
Gelatin
Gliserol
Edible film
Sifat fisik

KEYWORDS:

Duck feet
Gelatine
Glycerol
Edible film
Physical properties

ABSTRAK

Edible film merupakan jenis kemasan primer layak konsumsi yang berfungsi melapisi produk pangan dan dapat terurai secara alamiah (*biodegradable*). Kemasan yang banyak digunakan yaitu kemasan plastik, namun bahan tersebut memiliki kelemahan yaitu sulit terurai dan tidak ramah lingkungan, dengan demikian, *edible film* bisa berfungsi sebagai bahan kemasan primer alternatif untuk barang makanan yang ramah lingkungan. Bahan yang digunakan terdiri dari gelatin berbahan dasar ceker itik dengan penambahan berbagai konsentrasi gliserol. Ceker itik merupakan bagian tubuh ternak yang tidak banyak dimanfaatkan, namun, termasuk kolagen, yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam produksi gelatin dan *edible film*. Riset dilakukan dengan memanfaatkan bahan baku cakar bebek, yang selanjutnya diolah menjadi gelatin sebagai komponen untuk pembuatan *edible film* dengan memanfaatkan perlakuan gliserol yang berbeda. Perlakuan terdiri dari konsentrasi gliserol P1 = 10%, P2 = 20%, P3 = 30%, P4 = 40%, P5 = 50%, dan P6 = 60%. Temuan mengindikasikan bahwa penggunaan gliserol memiliki pengaruh yang signifikan pada kelarutan *edible film*, penyerapan air, dan kekuatan tarik (P0,05), tetapi tidak pada elongasi film (P>0,05). Dalam riset ini, konsentrasi ideal gliserol untuk edible film ditentukan menjadi 20% gliserol, dengan nilai karakteristik fisik yaitu kelarutan 40,25%, daya serap air 24,23%, kekuatan tarik 0,57 MPa, dan elongasi 90%.

ABSTRACT

The packaging that is widely used is plastic packaging, but this material has a weakness that is difficult to decompose and isn't biodegradable, therefore edible film can be an alternative primary packaging for food products. The material used consists of gelatine made from duck feet with the addition of various concentrations of glycerol. Duck feet is an underutilized portion of the animal's anatomy, yet they contain collagen, which has the potential to be the raw material for gelatine and edible films. The study was undertaken utilizing duck feet as a source of raw material, which was subsequently processed into gelatine for use in the production of edible films using different glycerol treatments. The treatments comprised of glycerol concentrations of P1 = 10%, P2 = 20%, P3 = 30%, P4 = 40%, P5 = 50%, and P6 = 60%. The findings indicated that the application of glycerol significantly affected the films'

© 2022 The Author(s). Published by Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung in collaboration with Indonesian Society of Animal Science (ISAS). This is an open access article under the CC BY 4.0 license: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

solubility, water absorption, and tensile strength ($P < 0.05$), but didn't significantly affect the elongation of edible films. ($P > 0.05$). The optimal concentration of glycerol for edible film in this study was obtained by using 20% glycerol, with a physical characteristic value of 40.25% solubility, 24.23% water absorption, tensile strength is 0.57 MPa, and elongation is 90%.

1. Pendahuluan

Pengemasan produk pangan sudah menjadi aktivitas penting dalam menjaga kualitas produk yang dikemas. Pengemasan pangan merupakan suatu aktivitas menyimpan atau melapisi produk pangan dalam kemasan untuk melindungi produk yang dikemas agar mengurangi resiko dari kerusakan. Ada tiga jenis kemasan: primer, sekunder, dan tersier. Kemasan primer merupakan kemasan yang bersentuhan dengan produk yang dikemas, kemasan sekunder adalah kemasan yang lebih besar dari kemasan primer dan biasanya digunakan untuk melapisi produk setelah dikemas dengan kemasan primer, dan kemasan tersier adalah kemasan yang melindungi produk. produk setelah dikemas dengan kemasan sekunder dan biasanya digunakan untuk pengiriman produk.

Bahan kemasan yang banyak dan umum digunakan yaitu kemasan plastik, namun bahan tersebut sulit terurai dan buruk bagi lingkungan, maka dari itu membuat kemasan primer alternatif yang mudah terurai dan ramah lingkungan (*biodegradable*) yaitu *edible film* perlu dilakukan dan dikembangkan. Pentingnya bahan baku yang dapat terurai secara alamiah, karena kemasan plastik yang dibuang menjadi sumber banyaknya sampah (Zhong *et al.*, 2020). *Edible film* merupakan pelapis tipis yang terlihat seperti plastik, memiliki sifat ramah lingkungan karena mudah terurai secara alamiah. Bahan *edible film* dapat menggunakan gelatin sebagai bahan berbasis protein, karena gelatin mampu membentuk film, serta gliserol sebagai *plasticizer* agar film yang dihasilkan fleksibel dan tidak mudah rapuh.

Gelatin ialah hasil hidrolisis kolagen ketika dimasukkan ke dalam larutan asam atau basa. Bahan pembuatan gelatin yang berbasis protein hewani yaitu dari kulit, tulang, dan daging hewan ternak termasuk kambing, ayam, domba, sapi, babi, atau itik dan bebek. Bahan dasar pembuatan gelatin dalam penelitian ini yaitu ceker itik, karena bagian tubuh ternak tersebut belum banyak dilakukan pemanfaatannya, namun karena konsentrasi kolagennya, ia memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai komponen kunci dalam produksi gelatin dan *edible film*. Salah satu komponen dasar berbasis protein yang

memiliki kualitas sangat baik dan berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembuatan edible film yaitu kaki hewan; protein kolagen pada kaki hewan akan mengalami proses gelatinisasi (Miwada *et al.*, 2015). Gelatin memiliki kualitas fungsional yang relevan dengan aplikasi, termasuk organoleptik (warna dan bau), emulsifikasi, pembusaan, dan pembentukan film, serta struktur (elastisitas, adhesi, dan pembentukan adonan) (Haris, 2008).

Gelatin perlu ditambahkan *plasticizer* dalam produksi *edible film*, karena fungsi dari *plasticizer* yaitu meningkatkan fleksibilitas film dengan melemahkan kekakuan polimer, serta mencegah kerapuhan film. *Plasticizer* yang ditambahkan yaitu gliserol, bahan tersebut memiliki berat molekul kecil sehingga efektif penggunaannya dalam meningkatkan sifat plastis film. Kinerja *plasticizer* dalam melemahkan hubungan polimer bergantung pada konsentrasi, jenis polimer dan jenis *plasticizer* yang digunakan (berat molekul, komposisi molekul, jumlah gugus hidroksil bebas, kompatibilitas *plasticizer* dengan polimer) (Afifah *et al.*, 2018).

Gliserol dapat melemahkan koneksi hidrogen internal dan meningkatkan ruang antarmolekul berisi gliserol, memungkinkan *plasticizer* mengatasi kekakuan film dan meningkatkan fleksibilitasnya (Bourtoom, 2007). Sifat fisik yang diuji meliputi nilai kelarutan, daya serap air, kekuatan tarik, dan elongasi *edible film*. Jumlah gliserol yang bervariasi akan memproduksi edible film dengan kualitas fisik yang berbeda; dengan demikian, perlu dilakukan riset tentang konsentrasi gliserol terbaik untuk memaksimalkan penggunaan gelatin dari ceker bebek dalam pembentukan *edible film*.

2. Materi dan Metode

Penelitian dilangsungkan pada Februari 2022 di Laboratorium Teknologi Pengolahan Produk Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran dan Laboratorium Divisi Rekayasa dan Desain Bangunan Kayu Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

2.1. Materi

Pisau, talenan, baskom, sarung tangan karet, label, panci, kompor gas, timbangan digital, beaker glass 500 ml, pipet bulb, kertas pH, waterbath, saringan, toples, aluminium foil, wadah/nampan plastik, kain penyaring, dan oven merupakan peralatan yang dimanfaatkan dalam produksi gelatin ceker itik.

Timbangan analitik, beaker glass, label, waterbath, batang pengaduk kaca, termometer, loyang teflon, oven, spatula plastik, plastik, dan desikator merupakan peralatan yang dimanfaatkan dalam produksi edible film.

Material yang dimanfaatkan dalam produksi gelatin yaitu ceker itik Cihateup umur 1 tahun sebanyak kurang lebih 5 kg, asam klorida (HCl) analisis yang diencerkan menjadi 6%, aquades, dan bahan pembuatan edible film yaitu gelatin ceker itik, gliserol, dan aquades.

2.2. Metode

2.2.1 Pembuatan Gelatin

Ceker itik direbus dengan suhu 800°C selama 30 menit (degreasing), kemudian ceker itik ditimbang sebanyak 150 gram untuk direndam dalam HCl konsentrasi 6% sebanyak 200 ml selama 24 jam (demineralisasi), ceker itik yang melunak disebut ossein. Ossein dinetralkan derajat keasamannya menggunakan aquades, selanjutnya dilakukan proses ekstraksi kolagen dengan suhu 800°C selama 3 jam, hasilnya disaring, dan dilakukan pengeringan dalam oven suhu 500°C selama 48 jam (Huda *et al.*, 2013; Fadillah *et al.*, 2013).

2.2.2 Pembuatan Edible Film

Aquades sebanyak 30 ml dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 550C, gelatin ditimbang sebanyak 6% (b/v), lalu dilarutkan sambil diaduk selama 30 menit, kemudian gliserol dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60% dari berat gelatin dicampur dalam larutan gelatin. Larutan *edible film* yang sudah homogen dituangkan dalam cetakan, lalu dikeringkan dalam kurun waktu 24 jam pada suhu 50°C dalam oven. (Chambi dan Grosso, 2006; Sobral *et al.*, 2001).

2.2.3 Prosedur Analisis

2.2.3.1 Kelarutan

Sampel dipotong ukuran 3 cm x 3 cm, selanjutnya ditimbang dan dicatat sebagai berat kering awal (W_0). Sampel direndam dalam aquades selama 24 jam, lalu sampel yang tidak larut ditimbang dan ditulis sebagai berat kering akhir (W_1) (Bertuzzi *et al.*, 2007). Kelarutan dalam air diukur dengan rumus :

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan : W_0 = berat kering awal
 W_1 = berat kering akhir

2.2.3.2 Daya Serap Air

Sampel dipotong ukuran kurang lebih 3 cm x 3 cm, lalu ditimbang sebagai berat awal (W_0), sampel dimasukkan ke dalam wadah yang berisi aquades, diamkan dalam jangka waktu 10 detik. Air pada permukaan *film* dihilangkan dengan tisu, sampel ditimbang lagi. Sampel dicelupkan kembali, dan dilakukan penimbangan seperti sebelumnya, sampai berat konstan (W) (Ban *et al.*, 2005). Penyerapan air sampel ditentukan memanfaatkan rumus:

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

Keterangan : W = berat *edible film* basah
 W_0 = berat *edible film* kering

2.2.3.3 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik *edible film* ditentukan memakai alat *Mesdan Lab Strength* versi *Tensolab 5000*. Ujung sampel dicengkeram oleh alat uji, tombol start komputer ditekan, lalu sampel ditarik dengan kecepatan 100 mm/menit hingga putus. Kekuatan tarik dihitung dengan membagi tegangan terbesar dengan luas penampang. Luas penampang dihitung dengan mengalikan panjang awal sampel dengan ketebalan awalnya (Setiani *et al.*, 2013). Kekuatan tarik dihitung dengan rumus :

$$\tau = \frac{F_{\max}}{A}$$

Keterangan : τ = Kekuatan Tarik (Mpa)
 F_{\max} = Tegangan Maksimum (N)
 A = Luas Penampang Melintang (mm²)

2.2.4 Analisis Statistik

Nilai elongasi *film* diukur seperti pengukuran kekuatan tarik *film* (Setiani *et al.*, 2013). Elongasi *film* dihasilkan dari perbandingan jarak renggang saat *film* putus dengan panjang awal sampel. Rumus berikut dipakai untuk menghitung elongasi :

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Renggang saat putus (mm)}}{\text{Panjang awal sampel (mm)}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Temuan riset perihal pemanfaatan gelatin dari gelatin ceker itik dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* terhadap kelarutan, daya serap air, kekuatan tarik, dan elongasi *edible film* disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Jumlah Kelarutan, Daya Serap Air, Kekuatan Tarik, dan Elongasi dengan Penggunaan Gliserol

Peubah	Perlakuan					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Kelarutan (%)	31,94 ^a	40,25 ^{ab}	42,40 ^{ab}	47,69 ^b	50,97 ^b	65,19 ^c
Daya Serap Air (%)	15,52 ^a	24,23 ^a	37,12 ^b	43,77 ^{bc}	47,24 ^{bc}	55,40 ^c
Kekuatan Tarik (MPa)	1,73 ^b	0,57 ^a	0,19 ^a	0,15 ^a	0,07 ^a	0,07 ^a
Elongasi (%)	76 ^{ab}	90 ^{ab}	84 ^{ab}	78 ^{ab}	66 ^a	57 ^a

3.1. Pengaruh Gliserol terhadap Kelarutan Edible Film dari Gelatin Ceker Itik

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase kelarutan pada *edible film* yang diperoleh yaitu berkisar 31,94% - 65,19%. Selanjutnya untuk mengetahui sampai sejauh mana nilai kelarutan *edible film* dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi gliserol, analisis statistik varians mengindikasikan bahwa penambahan gliserol memiliki efek nyata pada nilai kelarutan *edible film* ($P < 0,05$). Perbedaan antar perlakuan diketahui dengan analisis pengujian lanjut Duncan.

Temuan dari pengujian lanjut Duncan mengindikasikan terdapat peningkatan nilai kelarutan seiring bertambahnya gliserol yang diberikan, hal tersebut disebabkan oleh sifat gliserol yang hidrofilik (mudah terlarut dalam air), meningkatnya konsentrasi gliserol membuat molekul-molekul protein pada gelatin dalam mengikat air semakin tinggi, sehingga nilai kelarutan meningkat karena sifat hidrofilik dari gliserol semakin tinggi. Penambahan gliserol 10% (P1), 20% (P2) dan 30% (P3) tidak berefek substansial ($P > 0,05$), karena gliserol yang diberikan dalam bentuk cair, sehingga ikatan antara molekul gliserol dan gelatin menjadi tidak stabil dan berefek yang tidak substansial dalam penambahan konsentrasi tertentu, namun menyajikan temuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan ditambahkan gliserol 40% (P4), 50% (P5), dan 60% (P6). Larutan gliserol memiliki efek peningkatan derajat *swelling* dengan meningkatnya jumlah gliserol yang diberikan, sehingga semakin tinggi gliserol pada *edible film* maka nilai kelarutannya semakin tinggi. Nilai kelarutan *edible film* yang semakin meningkat dikarenakan

komponen yang bersifat hidrofilik semakin tinggi (Maria, 2016). Gliserol memiliki sifat hidrofilik, sehingga gliserol dapat meningkatkan kelarutan *film* dan semakin mudah larut dalam air (Nugroho, 2013).

3.2. Pengaruh Gliserol terhadap Daya Serap Air Edible Film dari Gelatin Ceker Itik

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase daya serap air pada *edible film* yaitu berkisar 15,52% - 55,40%. Selanjutnya untuk mengetahui sampai sejauh mana nilai daya serap air *edible film* dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi gliserol, analisis statistika dengan sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan gliserol memiliki efek signifikan ($P < 0,05$) pada nilai daya serap air *edible film*. Perbedaan antar perlakuan diketahui dengan analisis pengujian lanjut Duncan.

Temuan pengujian lanjut Duncan mengindikasikan bahwa penambahan gliserol 10% (P1) dan 20% (P2) berefek tidak substansial ($P > 0,05$), tapi berefek signifikan ($P < 0,05$) dengan penggunaan gliserol 30% (P3), 40% (P4), 50% (P5), dan 60% (P6), karena gliserol sebagai *plasticizer* memiliki sifat hidrofilik, sehingga nilai daya serap air dipengaruhi oleh gliserol. Pemberian konsentrasi gliserol yang semakin tinggi membuat daya serap air pada *edible film* semakin meningkat karena pengaruh dari sifat hidrofilik gliserol. Sifat gliserol yang hidrofilik menyebabkan adanya kemampuan tarik – menarik antara gliserol dan air, hal tersebut menyebabkan semakin meningkat konsentrasi gliserol yang diberikan, sehingga molekul air yang terserap semakin banyak (Putra *et al.*, 2019). *Edible film* yang memiliki daya serap air tinggi akan memudahkan *film* terdegradasi secara alami serta mengurangi kerusakan lingkungan.

3.3. Pengaruh Gliserol terhadap Kekuatan Tarik Edible Film dari Gelatin Ceker Itik

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik pada *edible film* yang diperoleh yaitu berkisar 0,07 MPa – 1,73 MPa. Selanjutnya untuk mengetahui sampai sejauh mana nilai kekuatan tarik *edible film* dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi gliserol, analisis statistik varians mengungkapkan bahwa masuknya gliserol secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik edible film ($P < 0,05$). Analisis uji tindak lanjut Duncan mengungkapkan perbedaan perlakuan.

Temuan pengujian lanjut Duncan mengindikasikan bahwa konsentrasi gliserol 20% (P2) sampai 60% (P6) berefek tidak substansial ($P>0,05$), karena matriks *film* menjadi tidak stabil, disebabkan oleh kemampuan gliserol yang tidak sanggup mengikat molekul gelatin. Penambahan gliserol 10% (P1) berefek nyata ($P<0,05$) lebih tinggi dibanding konsentrasi gliserol lainnya, sebab peningkatan konsentrasi gliserol dapat menurunkan gaya antar molekul, hal tersebut membuat nilai kekuatan tarik *edible film* menjadi semakin rendah. Kemampuan *plasticizer* dalam mereduksi hubungan polimer tergantung pada jenisnya, seperti konsentrasi, jenis polimer, dan berat molekul, karena berat molekulnya yang rendah, gliserol dapat membuat kekuatan tarik *edible film* menjadi turun. Berkurangnya kekuatan tarik *edible film* berarti fleksibilitas *film* meningkat karena *plasticizer* dapat mengurangi kekakuan *film*.

Standar *edible film* untuk pengemasan produk pangan adalah memiliki sifat mekanik yang baik, namun jika kekuatan tariknya terlalu rendah di bawah standar, maka akan menurunkan sifat mekaniknya. Efisiensi dan kekuatan tarik *plasticizer* bergantung pada berat molekul, nilai tarik akan naik seiring dengan naiknya berat molekul *plasticizer* (Laila, 2008). Standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) untuk kekuatan tarik *edible film* dipenuhi oleh *edible film* yang mengandung antara 10 dan 20% gliserol (1,73 MPa dan 0,57 MPa). Nilai minimum kekuatan tarik menurut JIS (*Japanese Industrial Standard*) (1975) yaitu 0,39 MPa.

3.4. Pengaruh Gliserol terhadap Elongasi Edible Film dari Gelatin Ceker Itik

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai elongasi pada *edible film* yang diperoleh yaitu berkisar 57% - 90%. Selanjutnya untuk mengetahui sampai sejauh mana nilai elongasi *edible film* dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi gliserol, analisis statistika dengan sidik varians mengindikasikan penambahan gliserol tidak memiliki efek substansial ($P>0,05$) pada nilai elongasi *edible film*.

Pemberian berbagai penggunaan gliserol tidak memberikan efek substansial ($P>0,05$) pada elongasi *edible film*, karena gliserol yang diberikan berbentuk cair, sehingga ikatan antara molekul gliserol dan gelatin menjadi tidak stabil dan tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Peningkatan komposisi protein hidrofilik gelatin menyebabkan ketidakstabilan substrat membran pada struktur *edible film* (Poeloengasih,

2003). Penambahan *plasticizer* membuat gaya antarmolekul rantai polimer berkurang, sehingga meningkatkan fleksibilitas *film*. Sifat bioplastik *edible film* dapat ditunjukkan dari nilai elongasi yang tinggi (Huri dan Choirun, 2014). Konsentrasi gliserol selanjutnya menurunkan nilai elongasi karena gliserol mencapai konsentrasi atau titik jenuh optimal sehingga mengakibatkan molekul gliserol yang berlebihan ada di fase terpisah di luar fase polimer, sehingga menurunkan gaya antar molekul antar rantai, sehingga fleksibilitas meningkat karena pergerakan rantai lebih bebas. Nilai elongasi *edible film* akan meningkat seiring meningkatnya penggunaan *plasticizer* hingga konsentrasi tertentu (Osés et al., 2009; Arrieta et al., 2013; Wiset et al., 2014). Nilai elongasi tertinggi dihasilkan dari penggunaan gliserol sebanyak 20% yaitu 90%, yang berarti *film* lebih elastis dan tidak mudah pecah. Nilai elongasi menurut JIS (*Japanese Industrial Standard*) (1975) bila di bawah 10% artinya sangat buruk, dan melebihi 50% artinya sangat baik.

4. Kesimpulan

Penggunaan gliserol dengan berbagai konsentrasi berefek substansial pada kelarutan, daya serap air, dan kekuatan tarik *edible film*, namun berefek tidak substansial pada elongasi *edible film*. Persentase gliserol optimal dalam produksi *edible film* pada riset ini yaitu sebanyak 20%, karena konsentrasi tersebut menghasilkan *edible film* yang paling memenuhi standar JIS (*Japan Industrial Standard*) bernilai kekuatan tarik 0,57 MPa, dan elongasi 90%.

Penggunaannya terhadap produk pangan hasil ternak seperti sosis atau baso terhadap karakteristik mikrobiologi serta organoleptiknya perlu dikaji agar terpenuhi optimasi dari pembuatan *edible film*. Sebaiknya dilakukan pengujian lanjut karakteristik kimia *edible film* yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Afifah, N., E. Sholichah, N. Indrianti, D.A. Darmajana. 2018. Pengaruh Kombinasi *Plasticizer* terhadap Karakterisasi *Edible Film* dari Karagenan dan Lilin Lebah. *Biopropal Industri*. 9(1): 49-60.
- Arrieta, M. P., J. Lopez, S. Ferrandiz, M. Peltzer. 2013. Characterization of PLA-Limonene Blends for Food Packaging Applications. *Polymer Testing*. 32(4).
- Ban, W., J. Song, D. S. Argyropoulos, L. A. Lucia. 2005. Improving the Physical and Chemical Functionality of Starch – Derived Films with Biopolymers. *Journal Applied Polymer Science*. 100: 2542-2548.

- Bertuzzi, M. A., M. Armada, J. C. Gottifredi. 2007. Physicochemical Characterization of Starch Based Films. *Journal Food Engineering*. 82: 17-25.
- Bourtoom, T. 2007. Plasticizer Effect on the Properties of Biodegradable Blend Film from Rice Starch-Chitosan. *Songklanakarin. Journal Science and Technology* 3(1): 149 – 165.
- Chambi, H., C. Grosso. 2006. Edible Film Produced with Gelatin and Casein Cross-linked with Transglutaminase. *International Journal Food Res.* 39: 458-466.
- Fadillah, G., P. Putri, N. L. N. Azizah, Y. O. Purbayanto, T. E. Saraswati. 2013. Isolasi Gelatin dari Limbah Ceker Ayam sebagai Alternatif Bahan Pengawet Alami Bahan Makanan. *Prosiding SNKTI*. 2: 41-44.
- Haris, M. A. 2008. *Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Nila (Oreochromis niloticus) sebagai Gelatin dan Pengaruh Lama Penyimpanan pada Suhu Ruang*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Huda, W. N., W. Atmaka, E. Nurhartadi. 2013. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ekstrak Kaki Ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan Variasi Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3): 70-75.
- Huri, D., C. N. Fithri. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 29-40.
- Japanesse Industrial Standard. 1975. *Japanese Standards Association*. 2(1707).
- Laila, U. 2008. *Pengaruh Plastiicizer dan Suhu Pengeringan terhadap Sifat Mekanik Edible Film dari Kitosan*. Laporan Penelitian Laboratorium Teknik pangan dan Bioproses. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. UGM. Yogyakarta.
- Maria, V. Debandi, N. Francois. 2016. Development of Biodegradable Films Based on Chitosan/Glycerol Blends Suitable for Biomedical Applications. *Journal of Tissue Science & Engineering*. 7(3):187.
- Miwada, IN. S., I. N. Simpen, M. Hartawan, A. W. Puger, N. L. P. Sriyani. 2015. Karakteristik Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dan Potensinya sebagai Edible Film. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 18(3): 109 – 113.
- Nugroho A.A., Basito, R. B. K. Anandito. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik . *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1): 73-79.
- Osés, J., I. Fernández-Pan, M. Mendoza, J.I. Maté. 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.
- Poeloengasih, C.D, D.W. Marseno. 2003. Karakterisasi Edible film Komposit Protein Biji Kecipir dan Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14(3): 224-230.
- Putra, D. A., I. Amri, Irdoni. 2019. Sintesis Bioplastik Berbahan Dasar Pati Jagung dengan Penambaha Filler Selulosa Serat Daun Nanas (*Ananas cosmosus*). *JOM FTEKNIK*. 06(1): 1-8.
- Setiani, W., T. Sudiarti, L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*. 3(2): 100-109.
- Sobral, P. J. A., F. C. Menegalli, M. D. Hubinger, M. A. Roques. 2001. Mechanical, Water Vapor Barrier and Thermal Properties of Gelatin Based Edible. *J. Food Hydrocol.* 15: 423-432.
- Wiset, L., N. Poomsa-ad, P. Jomlapeeratikul. 2014. Effects of Drying Temperatures and Glycerol Concentrations on Properties of Edible Film from Konjac Lour. *Journal of Medical and Bioengineering*. 3(3): 171-174.

Zhong, Y., G. Patrick, J. Yongcan, X. Huining. 2020. Biodegradable Polymers and Green-based Antimicrobial Packaging Materials: A mini-review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. 3: 27-35.