

Sifat Mekanik *Edible Film* Berbasis Protein dengan Penggunaan Konsentrasi *Plasticizer Sorbitol* yang Berbeda

Fitri^{1*}, Fahrullah¹, Wahid Yulianto¹.

¹ Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Indonesia.

Article Info:	Abstract:
Received : December, 26 2024 Revised : January, 20 2025 Accepted : January, 23 2025 Published : January, 29 2025	<i>Edible film</i> is a type of biodegradable packaging that can be an alternative to food packaging material to reduce environmental damage and maintain food product's shelf life, quality, and safety. This research aims to determine the effect of the mechanical properties of protein-based <i>edible film</i> using different concentrations of <i>sorbitol plasticizer</i> on <i>edible film</i> thickness, gelation time, and film microstructure. To make <i>edible films</i> , the research material consists of sorbitol, whey protein, gelatin, distilled water, and silica gel. The research was conducted using a completely randomized design with three <i>sorbitol plasticizer</i> treatments consisting of P1:35%, P2:40%, P3:45%, and three replications. The data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) using the SPSS program. The research results showed that the use of <i>sorbitol plasticizer</i> with different concentrations gave a very significant difference ($P < 0.01$) to P1 and P3, but P2 was not significantly different from the thickness of the <i>edible film</i> . The gelation time did not make a difference ($P > 0,05$), which is real, but adding different sorbitol to the <i>edible film</i> microstructure can produce varying microstructures. From the research results, the average values for edible film thickness are 0.053, 0.078, and 0.113 mm, while the gelation time produces average values of 19.33, 13.33, and 19 minutes. This research concludes that using different sorbitol concentrations provides a very significant difference in film thickness; however, unlike the gelation time, which does not make a difference, the microstructures produce varying microstructures.
Corresponding Author: Fitri fitriyanif457@gmail.com	
Keyword: <i>Edible Film; Plasticizer Sorbitol; ANOVA; DMRT</i>	

PENDAHULUAN

Edible film merupakan alternatif untuk menggantikan plastik kemasan karena bersifat *biodegradable* sekaligus bertindak sebagai barrier untuk mengendalikan transfer uap air, pengambilan oksigen, dan transfer lipid (Ismaya et al., 2021). *Edible film* juga dapat digunakan untuk melapisi produk yang berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanis dan aman dikonsumsi. Pengembangan *edible film* sebagai bahan kemasan pangan yang aman untuk dikonsumsi oleh manusia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (Maruddin et al., 2015; Perdani et al., 2021) *Edible film* terbuat dari bahan polimer. Bahan polimer

edible film terdiri atas tiga golongan, yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid memiliki kelebihan terutama daya rekat terhadap bahan pangan yang dikemas, namun memiliki kelemahan terhadap transmisi uap air. Contoh bahan polimer hidrokoloid adalah pati, pektin dan protein (McHUGH et al., 1996; Rusli et al., 2017a)

Edible film sebagai bahan pengemas, memiliki beberapa keuntungan lainnya antara lain dapat melindungi produk, dapat dimakan mempertahankan kenampakan asli produk serta *edible film* memiliki potensi untuk mengurangi bahan pengemas sintetis, meskipun tidak dapat mengganti secara total fungsi dari pengemas sintetis (Al Awwaly et al., 2010; Perdani et al.,

2021; Anandito et al., 2012). Salah satu kelemahan *edible film* adalah bersifat rapuh, mudah patah dan tidak lentur (Sanyang et al., 2016; Tavassoli-Kafrani et al., 2016). *Plasticizer* merupakan bahan yang ditambahkan dalam pembentukan *edible film*. *Plasticizer* dapat melenturkan dan mencegah kerapuhan *edible film*. Beberapa penelitian telah menggunakan jenis *plasticizer* tertentu dengan persentase sekitar 10-75% dari berat kering polimer dalam pembuatan *edible film* (Mali et al., 2005; Fahrullah et al., 2023)

Produk *edible film* berbasis protein yang mencakup beberapa aspek utama yaitu bahan dasar protein yang digunakan untuk membuat *edible film* dapat berasal dari berbagai sumber, seperti gelatin (yang berasal dari tulang dan kulit hewan), kasein dan whey (protein susu) dengan pencampuran sorbitol sebagai bahan *plasticizer* (Anggarini, et al., 2013). Produk *edible film* ini melibatkan bahan penguat seperti *plasticizer* sorbitol. Dari produk *edible film* yang berbasis protein tersebut menghasilkan sifat mekanik yang baik, seperti fleksibilitas dan kekuatan yang dapat diatur melalui melalui formulasi bahan baku. *Edible film* juga menawarkan sifat penghalang terhadap uap air dan oksigen yang berguna untuk memperpanjang umur simpan produk makanan (Isroi et al., 2018; Fahrullah et al., 2023)

Pengaplikasian penggunaan utama produk *edible film* berbasis protein meliputi pengemasan makanan, terutama untuk mempertahankan kesegaran dan kualitas produk seperti sosis, buah-buahan, sayuran segar dan sebagai pembungkus untuk produk farmasi, dimana mereka dapat membantu dalam pengiriman zat aktif dengan cara yang terkendali (Baldi et al., 2005; Barokah et al., 2018). Pada penelitian sebelumnya Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* sudah dilakukan pada penelitian terdahulu. Pada penelitian (Fahrullah et al., 2023) yang menggunakan jenis *plasticizer* sebagai bahan pemlastis yang berbeda dengan penambahan konsentrasi yang sama (35%) menghasilkan ketebalan *edible film* yang hampir sama, selain itu juga disebabkan oleh komposisi kandungan bahan penyusun *edible film* yang dipergunakan sama. Namun berbeda dengan nilai kadar air dari penggunaan *plasticizer* yang berbeda dengan konsentrasi yang sama menghasilkan nilai kadar air (%) *edible film* dengan komposit whey-

gelatin yang dihasilkan berkisar antara 12,55-15,69%. *Plasticizer* sorbitol menghasilkan kadar air tertinggi disusul sorbitol sedangkan nilai kadar air terendah dihasilkan oleh *plasticizer* gliserol. Sejalan dengan penelitian (Fahrullah et al., 2023) yang menggunakan komposit whey protein-konjak dengan *plasticizer* yang berbeda dengan konsentrasi yang sama (30%) menghasilkan ketebalan *film* yang sama (Bourtoom, 2007; Sanyang et al., 2016).

Sorbitol sebagai bahan *plasticizer* memberikan pengaruh terhadap pembentukan *film* yang dimana sorbitol memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga struktur *film* melunak dan baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer, dan bersifat non toksik (Mali et al., 2005; Jovanovic et al., 2007; Bourtoom, 2008). Berdasarkan pemaparan diatas dapat dinyatakan bahwa sorbitol sebagai *plasticizer* dengan kombinasi bahan lain memberikan pengaruh yang baik terhadap elastisitas produk yang dihasilkan, sehingga berdampak terhadap daya umur simpan produk, menghambat penguapan air, serta meningkatkan fleksibilitas

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain magnetic stirrer, erlenmeyer, gelas ukur, tabung ukur, thermometer, desikator, dan *hot plate stirrer*. Bahan yang digunakan adalah whey protein (isolate), gelatin, sorbitol, akuades, silica gel.

Pembuatan *edible film*

Proses pembuatan larutan *edible film* sebagai berikut: Pembuatan larutan *edible film* dilakukan dengan pencampuran bubuk whey 0,15 g dengan bubuk gelatin 1 g dan ditambahkan aquades hingga larutan mencapai 20 ml. Larutan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate stirrer* pada suhu $90^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ dan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 250 rpm selama 30 menit. Pada menit ke-25, *plasticizer* sorbitol dengan konsentrasi 35%, 40% dan 45% dimasukkan. Larutan film yang telah dipanaskan dituang ke dalam petridish, disimpan di ruangan dengan suhu kamar selama 24 jam sebelum dilakukan proses pengujian. (Fahrullah et al., 2023)

Analisis Data

Data diukur menggunakan Analisa of Variance (ANOVA), apabila terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik *Edible Film*

Analisis sifat fisik yang dilakukan meliputi ketebalan *film*, lama gelasi, dan mikrostruktur

Ketebalan

Ketebalan *edible film* berbasis whey-gelatin diukur menggunakan micrometer scrup yang mana nilai ketebalan *edible film* didapat dari rata-rata hasil pengukuran. Nilai ketebalan *edible film* komposit whey-gelatin dapat disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai ketebalan *edible film* (mm) dengan penggunaan sorbitol yang berbeda.

Variabel	Sorbitol	Perlakuan	Rata-Rata	SD	Taraf Signifikan
Ketebalan	(35%)	P1(0,053±0,00)	0,053	0,00	(SS)
	(40%)	P2(0,078±0,03)	0,078	0,03	(NS)
	(45%)	P3(0,113±0,00)	0,113	0,00	(SS)

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi sorbitol yang berbeda memberikan perbedaan ($P < 0,01$) yang sangat nyata terhadap P1 dan P3, namun P2 nya tidak berbeda nyata terhadap ketebalan *edible film*. Semakin bertambah konsentrasi sorbitol, ketebalannya meningkat. Rata-rata hasil ketebalan *edible film* berkisar antara 0,053-0,113 mm. (Puspita., 2018; Fahrullah et al., 2023) menyatakan bahwa ketebalan *edible film* ditentukan oleh total kandungan padatan, luas permukaan dan volume larutan *film*. Penggunaan sorbitol dalam pembuatan *film* yang dapat dimakan memberikan kontribusi terhadap nilai ketebalan *film* yang dihasilkan.

Dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol meningkat pula hasil ketebalan yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sutra et al., 2020; Dewi et al., 2021) menyatakan nilai ketebalan *film* dapat meningkat dengan adanya penambahan sorbitol, artinya semakin besar penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang ditambahkan

akan meningkatkan jumlah total padatan dalam larutan dan mempengaruhi ketebalan *edible film*. Penelitian (Rusli et al., 2017a) menggunakan pati sagu memperoleh nilai ketebalan sebesar 0,40-0,50 mm. Kemudian hasil penelitian (Misbahuddin et al., 2020) pectin-sorbitol terhadap sifat fisik *edible film* pati didapatkan nilai ketebalan 0,048 mm dan penelitian (McHUGH et al., 1996) menggunakan *plasticizer* campuran berbahan dasar pati bonggol pisang, nilai ketebalan yang diperoleh sebesar 0,214 mm. *edible film* dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan sulit larut sehingga cenderung lebih permeabel dan lebih tebal. Menurut (Rizka Aidila Fitriana et al., 2017), semakin tebal *edible film* maka semakin tinggi kemampuan *edible film* dalam menghambat laju transmisi uap air, sehingga daya simpan produk semakin lama. Namun, jika terlalu tebal akan berpengaruh pada rasa produk saat dimakan, sehingga ketebalan *edible film* harus disesuaikan dengan produk yang dikemas.

Plasticizer sorbitol memiliki sifat yang hidrofilik sehingga akan mempengaruhi peningkatan kelarutan *film* sehingga membuat *film* mampu menyerap uap air (Suryadri, 2021), selain itu juga molekul dari *plasticizer* sorbitol memiliki peran untuk merusak serta menyusun kembali jaringan *film* antar molekul primer sehingga akan menimbulkan ruang kosong, oleh karena itu molekul *plasticizer* sorbitol dapat memasuki rongga matriks *edible film* yang berdampak pada penebalan *film* yang dihasilkan (Rusli et al., 2017b; Sanyang et al., 2016)

Lama gelasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pengaruh penggunaan konsentrasi sorbitol yang berbeda terhadap lama gelasi *edible film* whey-gelatin tersaji pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai lama gelasi (menit) dengan penggunaan sorbitol yang berbeda.

Variabel	Sorbitol	Perlakuan	Rata-Rata	SD	Taraf signifikan
Lama Gelasi (menit)	(35%)	P1(19,33±5,86)	19,33	5,86	(NS)
	(40%)	P2(13,33±7,57)	13,33	7,57	(NS)
	(45%)	P3(19±10,39)	19	10,39	(NS)

Analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi sorbitol yang berbeda tidak memberikan perbedaan ($P > 0,05$) terhadap lama gelasi *edible film*. Rata-rata lama gelasi yang

dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 13,33-19,33 menit. Semakin bertambah konsentrasi sorbitol menunjukkan bahwa lama gelasi semakin cepat terjadi. Hal ini dikarenakan faktor polimer gelatin yang bersifat hidrokoloid dan sorbitol ini tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pembentukan gel pada whey-gelatin *film* (Fitriana et al., 2017; Unsa & Paramastri., 2018). Gelatin merupakan salah satu golongan protein yang bersifat hidrokoloid yang larut dalam air, mampu membentuk gel, membentuk lapisan tipis yang elastis dan membentuk kemasan menjadi transparan serta kuat. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Harumarani et al., 2016; KHUMAIROH et al., 2016) yang tidak jauh beda hasil penelitian menggunakan whey-chia seed dengan berbagai jenis *plasticizer* tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) dengan nilai rata-rata lama gelas yang dihasilkan berkisar antara 13,94-17,53 menit.

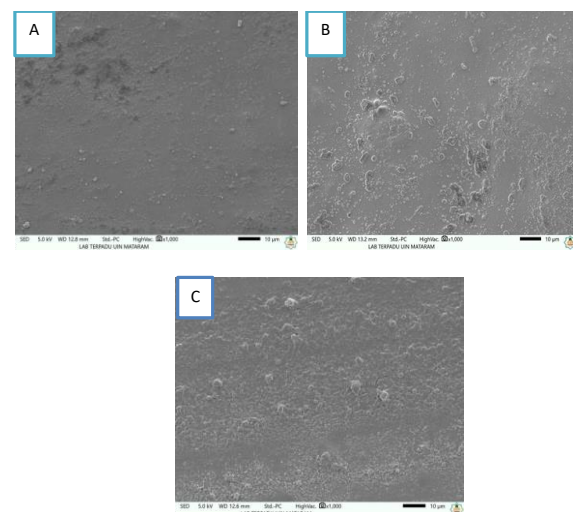
Dapat dilihat pada tabel 3 di atas didapatkan hasil dari nilai rata-rata pada P1:19.33, P2:13.33 dan P3:19 yang dimana nilai rata-rata tertinggi terdapat pada P1:19.33 dengan konsentarsi *plasticizer* sorbitol 35% dan yang terendah P2:13.33 dengan konsentrasi *palasticizer* sorbitol 40%. Hal ini disebabkan oleh Faktor eksternal seperti kelembaban dan suhu ruang yang tidak konsisten pada saat proses penelitian sehingga berpengaruh terhadap nilai P2: 13.33 pada lama gelasi *edible film* (OKTAVIA et al., 2016; Taufik, M., & Maruddin, F., 2020).

Mikrostruktur

Berdasarkan hasil penelitian mengenai mikrostruktur *edible film* diperoleh penampang permukaan *film* dengan pengujian SEM menggunakan SEM JEOL JCM-7000 *Scanning Microscope*. Karakteristik struktur mikro dari *film* yang dapat dimakan (*edible film*) merupakan faktor penentu terhadap karakteristik keseluruhan (Astawan et al., 2021). Pengamatan struktur mikro pada penelitian ini dengan komposit whey-gelatin melalui SEM menunjukkan struktur yang bervariasi, mulai dari struktur padat hingga bergelembung. Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari *Edible Film* (Krochta et al., 1997; Lazuardi et al., 2013; Fahrullah et al., 2023). Struktur mikro dari *edible film* berbahan dasar whey-gelatin yang ditambah *plasticizer* sorbitol diamati dengan

metode *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan hasilnya disajikan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 menunjukkan struktur mikro film whey-gelatin dengan konsentrasi *plasticizer* sorbitol masing-masing 35%, 40% dan 45%. Terlihat struktur mikro pada Gambar 1 (a) yang dihasilkan menggunakan uji SEM menunjukkan distribusi yang homogen dan sedikit padat. Gambar 1 (b) menunjukkan bahwa polimer yang ditambahkan tidak menyatu sempurna (homogen), terlihat polimer whey-gelatin hanya berkumpul pada titik tertentu saja dan tidak tersebar secara merata. Gambar 1 (c) menunjukkan partikel dengan bentuk butiran atau gelembung, yang disebabkan oleh hilangnya air melalui penguapan yang mengakibatkan partiket tidak larut mengendap di permukaan film (homogen). Pada penelitian ini terlihat bahwa semakin tinggi penambahan sorbitol maka struktur film yang dihasilkan tidak bagus ditandai dengan adanya gelembung, padat dan polimer tidak menyatu sempurna. Penambahan *plasticizer* sorbitol memperlihatkan penampakan permukaan yang kurang homogen (Febriyanti et al., 2020; Fahrullah et al., 2023). Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan struktur mikro yang tersaji pada Gambar 1 dengan perbesaran 1000 x berikut.



Gambar 1. Karakteristik struktur mikro
Keterangan: (A) Sorbitol 35%; (B) Sorbitol 40%; (C) Sorbitol 45%.

Struktur mikro pada Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan *plasticizer* sorbitol dengan konsentrasi yang berbeda memberikan hasil yang bervariasi terhadap mikro struktur *film*, hal ini

disebabkan karena semakin bertambahnya konsentrasi pemlastis sorbitol yang diberikan pada suatu *film* menghasilkan struktur mikro yang tidak homogen dan merata. Namun semakin rendah berat molekul suatu bahan pemlastis (sorbitol) menghasilkan struktur mikro yang homogen dan padat. (Ardiyani Dwi Masahid et al., 2023; Nemet et al., 2010) menyatakan bahwa berat molekul bahan pemlastis (sorbitol) dapat mempengaruhi struktur mikro *film*, semakin kecil berat molekul suatu bahan pemlastis (sorbitol) maka matriks *film* akan semakin kompak dan homogen. Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Irawan et al., 2010; Nahwi et al., 2016) menemukan hasil serupa dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa berat molekul bahan pemlastis (sorbitol) berdampak pada struktur mikro *film*. Berat molekul yang lebih rendah menghasilkan matriks *film* yang lebih kompak dan homogen. Penelitian (Fahrullah et al., 2023; Rizka Aidila Fitriana et al., 2017) dengan menggunakan whey dan hidrokoloid konnyaku dengan *plasticizer* sorbitol yang memperlihatkan permukaan struktur terlihat lebih rata, namun partikel konnyaku belum terikat secara sempurna (Baskara et al., 2012; Wijayani et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut. Penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang berbeda memberikan perbedaan ($P < 0,01$) yang sangat nyata terhadap P1 dan P3, namun P2 nya tidak berbeda nyata terhadap ketebalan *edible film*. Namun semakin bertambah konsentrasi sorbitol, ketebalannya meningkat. Rata-rata ketebalan *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,053-0,113 mm. Penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol yang berbeda tidak memberikan perbedaan ($P > 0,05$) terhadap lama gelasi *edible film*. Rata-rata lama gelasi yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 13,33-19,33 menit. Penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol 35% menghasilkan mikrostruktur yang homogen dan sedikit padat, sedangkan sorbitol 40% menunjukkan bahwa polimer yang dihasilkan tidak menyatu sempurna (homogen) dan sorbitol 45% terlihat partikel dengan bentuk butiran atau gelembung, yang disebabkan oleh hilangnya air melalui penguapan

yang mengakibatkan partikel tidak larut mengendap di permukaan *film*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penyusunan artikel ini, sehingga proses penyelesaiannya dan publikasinya dapat berjalan dengan lancar.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis bekerja sama dalam melaksanakan setiap tahap penelitian dan penulisan manuskrip.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

REFERENSI

- Al Awwaly, K. U., Manab, A., & Wahyuni, E. (2010). Production of whey protein edible film: the study of protein and glycerol ratio on physical and chemical properties. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 5(1), 45-56. Reterived from: <https://scholar.archive.org/work/77tgcovkovh7rbd3bbxmkmfb4y/access/wayback/http://jitek.ub.ac.id:80/index.php/jitek/article/download/156/149>
- Anandito, R. B. K., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(1). Reterived from: <https://jurnal.uns.ac.id/ilmupangan/article/download/13534/11280>
- Anggarini, F., Latifah, L., & Miswadi, S. S. (2013). Aplikasi *plasticizer* gliserol pada pembuatan plastik biodegradable dari biji nangka. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(3). <https://doi.org/10.15294/ijcs.v4i1.4763>
- Astawan, I. M., Ayu Putri Gitanjali Prayudani, S. T. P., & Nikita Arsy Rachmawati, S. T. P. (2021). *Isolat Protein Teknik Produksi, Sifat-Sifat Fungsional, dan Aplikasinya di Industri Pangan*. PT Penerbit IPB Press.
- Baldi, A., Ioannis, P., Chiara, P., Eleonora, F., & Roubini, C. (2005). Biological effects of milk proteins and their peptides with emphasis on those related to the gastrointestinal ecosystem. *Journal of Dairy Research*, 72(S1), 66-72. <https://doi.org/10.1017/S002202990500110X>
- Barokah, Y., Angkasa, D., & Melani, V. (2018). Evaluasi Sifat Fisika Kimia dan Nilai Gizi Keju Berbahan Dasar Kacang Tunggak dengan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebagai

- keju Nabati Rendah Lemak. *Jurnal Gizi*, 7(2). <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jgizi/article/download/4346/4023>
- Bourtoom, T. (2007). Effect of some process parameters on the properties of edible film prepared from starch. *Department of Material Product Technology. Songkhala*.
- Bourtoom, T. (2008). Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Songklanakarinn Journal of Science & Technology*, 30(1): 149-165. <http://www.sjst.psu.ac.th/>
- Dewi, R., Rahmi, R., & Nasrun, N. (2021). Perbaikan sifat mekanik dan laju transmisi uap air edible film bioplastik menggunakan minyak sawit dan plasticizer gliserol berbasis pati sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 61-77. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4177>
- Fahrullah, F., & Erfandi, M. (2021). Mikro Struktur Edible Film Whey Dangke dengan Penambahan Karagenan dan Plastisizer Sorbitol 35%. *Jurnal ilmu dan teknologi peternakan tropis*, 6 (2), 26-31. <https://doi.org/10.33772/jitro.v8i1.14785>
- Fahrullah, F., Bulkaini, B., Kisworo, D., Yulianto, W., Wulandani, B. R. D., & Haryanto, H. (2023). The water content, solubility, and optical properties of whey-gelatin multilayer films enriched with green tea powder. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 491-499. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i4.5664>
- Fatma, R. M., & Taufik, M. (2015). Karakteristik edible film berbahan whey dangke dan agar dengan menggunakan gliserol dengan persentase berbeda. *Jitp*, 4(2), 63-69. Reterived from: https://www.researchgate.net/profile/Ratmawati-Malaka/publication/308786033_Characteristics_of_Edible_Film_Made_from_Dangke_Whey_and_Agar_Using_different_Percentage_of_Glicerol/links/57f117ca08ae280dd0b27b21/Characteristics-of-Edible-Film-Made-from-Dangke-Whey-and-Agar-Using-different-Percentage-of-Glycerol.pdf
- Febriyanti, E., Roesyadi, A., & Prajitno, D. H. (2020). Konversi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* Linn) Menjadi Biofuel dengan Katalis Berbasis NiMo/γ-Al₂O₃. *Berkala Sainstek*, 8(3), 89-95. Reterived from: <https://www.academia.edu/download/89421298/8492.pdf>
- Fitriana, R. A., Septiana, R., & Darni, Y. (2017). Pengaruh Filler Terhadap Karakteristik Mekanik Dan Permeabilitas Uap Air Dari Edible Film Berbasis Low Methoxyl Pectin. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 5(2), 103-110. Retrieved from <https://jtaf.fmipa.unila.ac.id/index.php/jtaf/article/view/146>
- Harumarani, S., & Ma'ruf, W. F. (2016). Pengaruh perbedaan konsentrasi gliserol pada karakteristik edible film komposit semirefined Karagenan Eucheuma cottoni dan Beeswax. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(1), 101-105. Reterived from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/10831>
- Irawan, S. (2010). Pengaruh gliserol terhadap sifat fisik/mekanik dan barrier edible film dari kitosan. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 32(1), 6-12. Reterived from: <https://core.ac.uk/download/pdf/230019582.pdf>
- Ismaya, F. C., Fithriyah, N. H., & Hendrawati, T. Y. (2021). Pembuatan dan karakterisasi edible film dari nata de coco dan gliserol. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 81-88. DOI: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.13.1.81-88>
- Isroi, G. S., Eris, D. D., & Cahyaningtyas, A. A. (2018). Biodegradability of cassava edible bioplastics in landfill and plantation soil. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 40(2), 129-140. <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v40i2.3596>
- Jovanovic, S., Barac, M., Macej, O., Vucic, T., & Lacnjevac, C. (2007). SDS-PAGE analysis of soluble proteins in reconstituted milk exposed to different heat treatments. *Sensors*, 7(3), 371-383. <https://doi.org/10.3390/s7030371>
- Julianto, G. E., Ustadi, U., & Husni, A. (2011). Karakterisasi Edible Film dari Gelatin Kulit Nila Merah dengan Penambahan Plasticizer Sorbitol dan Asam Palmitat. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 13(1), 27-34. <https://doi.org/10.22146/jfs.3059>
- KHUMAIROH, U. M. (2016). Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Konsentrasi CMC terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Ampas Rumput Laut Eucheuma Cottonii. Reterived from: <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/24923>
- Krochta, J. M., & Mulder-Johnston, C. D. (1997). Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. Reterived from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19970401274>
- Lazuardi, G. P., & Cahyaningrum, S. E. (2013). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol (Preparation and Characterization Based Bioplastic Chitosan and Cassava Starch With Glycerol Plazticizer). *UNESA Journal of Chemistry*. <https://doi.org/10.26740/ujc.v2n3.p%25p>
- Mali, S., Grossmann, M. V. E., Garcia, M. A., Martino, M. N., & Zaritzky, N. E. (2005). Mechanical and thermal properties of yam starch films. *Food Hydrocolloids*, 19(1), 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.002>
- Maruddin, F., Ako, A., & Taufik, M. (2017). KARAKTERISTIK EDIBLE FILM BERBAHAN WHEY DAN KASEIN YANG MENGGUNAKAN JENIS PLASTICIZER BERBEDA (Characteristics of Edible Film Made from Whey Dangke and Casein that uses different types of Plasticizer). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 5(2), 97-101. <https://doi.org/10.20956/jitp.v5i2.3081>
- Masahid, A. D., Aprillia, N. A., Witono, Y., & Azkiyah, L. (2023). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Pati Singkong Dengan

- Penambahan Whey Keju Dan Plastisier Gliserol Physical and Mechanical Characteristics of Biodegradable Plastic Based on Cassava Starch with Addition of Whey Cheese and Gly. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 23-34. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/8bde/6a856aee9b62c6a7de6e263208b92b19edfd.pdf>
- McHugh, T. H., Huxsoll, C. C., & Krochta, J. M. (1996). Permeability properties of fruit puree edible films. *Journal of food science*, 61(1), 88-91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14732.x>
- Misbahudin, D. (2020). *Pengaruh penambahan pektin dan sorbitol terhadap sifat fisik edible film pati* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung). Retrieved from: <https://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/38868>
- Nahwi, N. F. (2016). *Analisis pengaruh penambahan plastisier gliserol pada karakteristik edible film dari pati kulit pisang raja, tongkol jagung dan bonggol enceng gondok* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim). Retrieved from: <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/3740>
- Nemet, N. T., Šošo, V. M., & Lazić, V. L. (2010). Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *Acta Periodica Technologica*, (41), 57-67. <https://doi.org/10.2298/APT1041057N>
- OKTAVIA, C. O., EFENDI, R. E., & JOHAN, V. S. J. S. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN KHITOSAN TERHADAP BEBERAPA KARATERISTIK FILM RAMAH LINGKUNGAN (FRL) BERBASIS PATI SAGU (*Metroxylon* sp.). *Sagu*, 14(2), 9-17. <https://sagu.ejournal.unri.ac.id/index.php/JSG/article/download/3005/2937>
- Perdani, A. W. (2021). ACTIVE EDIBLE FILM DARI BAHAN GELATIN UNTUK PENGEMAS MAKANAN. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 16(1). Retrieved from: <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/view/44605/16643>
- Puspita, (2018). Data Asuransi Industri Plastik Indonesia dan Badan Pusat Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Ekolabel. Retrieved from Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/images/docs/Ekolabel.pdf>
- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M. M. (2017). Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219-229. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2016). Effect of Plasticizer Type and Concentration on Physical Properties of Biodegradable Films Based on Sugar Palm (*Arenga pinnata*) Starch for Food Packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2009-7>
- Suryadri, H. (2020). Perbandingan penambahan CMC dan sorbitol dengan penambahan gelatin dan gliserol terhadap edible film yang terbuat dari limbah cair tahu. *Chempublish Journal*, 5(2), 93-104. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i2.8872>
- Sutra, L.U., Leffy, H., & Rera, A. S. (2020). Karakteristik Edible Film dari Pati Jahe Gajah (*Zingiber officinale*) dengan Perbandingan Gelatin Kulit Ikan Tuna. *Journal of Scientech Research and Development*, 2(2), 34-44. <http://idm.or.id/JSCR>
- Taufik, M., & Maruddin, F. (2020). Karakteristik sensoris produk minuman whey fermentasi dengan penggunaan persentase sukrosa. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(1). Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/328047234.pdf>
- Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H., & Masoudpour-Behabadi, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate polymers*, 137, 360-374. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.074>
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). Kajian jenis plasticizer campuran gliserol dan sorbitol terhadap sintesis dan karakterisasi edible film pati bonggol pisang sebagai pengemas buah apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 35-47. <https://doi.org/10.15294/jkomtek.v10i1.17368>
- Wijayani, K. D., Darmanto, Y. S., & Susanto, E. (2021). Karakteristik edible film dari gelatin kulit ikan yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1), 59-64. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2021.11412>
- Yulianti, R., & Ginting, E. (2012). Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), 124045. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v31n2.2012.p%p>