

Karakterisasi *Edible Film* Berbasis Tepung Glukomanan

Characterization of Glucomannan-based *Edible Film*

Cindya Putri Arisyida¹, Enny Sholichah², Titik Budiati^{3*}

^{1,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²Pusat Riset Teknologi Tepat Guna (PRTTG) – Badan Riset Inovasi Nasional

*Email Koresponden: titik_budiati@polije.ac.id

Received : 18 September 2024 | Accepted : 1 Oktober 2024 | Published : 24 Oktober 2024

Kata Kunci		ABSTRAK
Glukomanan, <i>Edible Film</i> , Produk Pangan	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.	<i>Edible film</i> merupakan lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu produk makanan yang terdiri dari komponen yang dapat dimakan. <i>Edible film</i> memiliki fungsi sebagai penghambat masuknya udara, uap air, dan benda asing lainnya. Pembuatan <i>edible film</i> bertujuan untuk mendapatkan kemasan makanan yang dapat dikonsumsi langsung bersamaan dengan produk yang dikemas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi dan volume cetak yang terbaik untuk karakteristik <i>edible film</i> berbasis glukomanan. Penelitian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi glukomanan 0,75% dan 1%, serta volume cetak 100 ml dan 120 ml. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa <i>edible film</i> yang dibuat dengan glukomanan 0,75% dan volume cetak 120 ml merupakan <i>edible film</i> yang lebih baik berdasarkan karakteristiknya, meliputi ketebalan 0,0056 mm, kuat tarik 28,31 MPa, <i>water uptake</i> 910%, WVTR 19,2 g/m².h, dan WVP 8,9×10⁻⁹ g/mPa.s. <i>Edible film</i> yang diperoleh belum memenuhi standar JIS 1707 tentang <i>edible packaging</i>, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut seperti penambahan bahan pemlastis maupun agen pengikat silang untuk meningkatkan kualitas <i>edible film</i> yang dihasilkan.
		<i>Edible film</i> is a thin layer for primary packaging on a food product consisting of edible components. <i>Edible film</i> has a function as a barrier of the air, water vapor, and other contaminant objects. The purpose of this study was to obtain the concentration and volume of the best <i>edible film</i> characteristics. This study conducted the preparation of glucomannan-based <i>edible film</i> with variations in glucomannan concentration 0.75% and 1%, and volume 100

Keywords	ABSTRACT
Glucomannan, <i>Edible Film</i> , Food Product	<i>Edible film</i> is a thin layer for primary packaging on a food product consisting of edible components. <i>Edible film</i> has a function as a barrier of the air, water vapor, and other contaminant objects. The purpose of this study was to obtain the concentration and volume of the best <i>edible film</i> characteristics. This study conducted the preparation of glucomannan-based <i>edible film</i> with variations in glucomannan concentration 0.75% and 1%, and volume 100

ml and 120 ml. The result showed that 0.75% of glucomannan concentration and 120 ml of glucomannan solution was better edible film than other compositions. The characteristics of the glucomannan-based edible film including the thickness, tensile strength, water uptake, WVTR, and WVP were 0.0056 mm, 28.31 MPa, 910%, 19.2 g/m².h, and 8.9×10^{-9} g/mPa.s respectively. The edible film obtained was lower quality than the requirements of JIS 1707 standard on edible packaging. Moreover, the continuous study still need to improve the quality such as adding plasticizer and cross-linking agent to improve the quality of the edible film.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik di Indonesia sebagai bahan kemasan pangan untuk memenuhi keperluan sehari-hari sangat besar (mencapai 1,9 juta ton di tahun 2013), dikarenakan sifatnya yang fleksibel, ekonomis, kuat, tidak mudah pecah, serta bersifat sebagai penahan yang baik bagi oksigen, uap air, dan karbondioksida (Falah *et al.*, 2021). Namun, plastik memiliki kelemahan yaitu memiliki sifat yang tidak mudah didegradasi meskipun telah ditimbun puluhan tahun. Seiring dengan kesadaran manusia akan masalah ini, maka dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik yang berasal dari bahan-bahan terbarukan dan ekonomis, yaitu dengan mengembangkan *edible film* yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan (Falah *et al.*, 2021).

Edible film merupakan lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu produk makanan yang terdiri dari komponen yang dapat dimakan. *Edible film* memiliki fungsi sebagai penghambat oksigen, uap air, dan zat terlarut bagi makanan tanpa mengubah wujud bahan aslinya. Tujuan utama pembentukan *edible film* selain sebagai kemasan makanan konvensional, dapat juga dikonsumsi bersamaan dengan produk yang dikemas (Hassan *et al.*, 2018). Umbi porang adalah salah satu jenis tanaman marga *Amorphophallus* yang termasuk ke dalam talas-talasan. Umbi ini mengandung glukomanan yang cukup tinggi (sekitar 55% basis kering) (Sulfiani 1993 dalam Mulyono *et al.*, 2010). Glukomanan biasanya dapat disebut mannan yang merupakan polimer dari D-mannosa dan D-glukosa (Faizin *et al.*, 2023). Kandungan glukomanan ini memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan film yang baik, *biodegradable*, serta memiliki kemampuan membentuk gel (Susilowati, 2001).

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *edible film* berbasis tepung glukomanan, yang meliputi sifat fisik, mekanik, serta mendapatkan konsentrasi larutan glukomanan dan volume cetak yang terbaik berdasarkan karakteristik *edible film* dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standar*) 1707: *edible packaging* (1975).

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, *hot plate stirrer*, *magnetic bar*, oven, *beaker glass*, gelas ukur, *thermometer glass*, batang pengaduk, kertas pH, pipet tetes, cetakan akrilik ukuran 20 × 20 cm. Sedangkan untuk pengujian karakterisasi *edible film* menggunakan mikrometer Mitotuyo No. 193-101/M810-25-Japan pada uji ketebalan, oven Memmert (UM200), pinset, desikator, dan cawan petri pada uji *water*

upateke, cawan porselen dan *silica gel* pada uji WVTR dan WVP, *Universal Testing Machine* (UTM 200) mengacu pada metode ASTM D 882-12 untuk uji kuat tarik dan elongasi. Alat penyimpanan *edible film* menggunakan desikator, serta dokumentasi menggunakan kamera *handphone*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung glukomanan yang dibeli dari PT. Wira Nita Investama dan *aquadest*.

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah T-test dengan 2 faktor, yaitu konsentrasi larutan glukomanan, dan volume cetak. Masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Kelompok perlakuan (konsentrasi larutan glukomanan dan volume cetak) yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok perlakuan *edible film*

Perlakuan	Keterangan
Gk0,75	Konsentrasi larutan glukomanan 0,75%
Gk1	Konsentrasi larutan glukomanan 1%
V100	Volume cetak 100 ml
V120	Volume cetak 120 ml

Keterangan:

Gk : Glukomanan

V : Volume

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Pembuatan Edible Film

Proses pembuatan *edible film* berbasis tepung glukomanan dilakukan merujuk pada metode yang dilakukan oleh Setiani *et al.*, (2013). Tahapan awal yang dilakukan adalah preparasi bahan baku seperti tepung glukomanan dan *aquadest*, dilanjutkan dengan penimbangan tepung glukomanan menggunakan timbangan analitik, dan pengukuran *aquadest* menggunakan gelas ukur. Selanjutnya adalah tahap pembuatan *edible film* dengan mencampurkan tepung glukomanan dan *aquadest* ke dalam *beaker glass*, dan di-*mixing* selama 30 menit dengan kecepatan 300 rpm. Setelah terbentuk larutan glukomanan, panaskan larutan tersebut dengan suhu 60°C selama 10 menit dengan kondisi tetap diaduk. Setelah proses *mixing* selesai, tuang larutan tersebut ke dalam gelas ukur, dan cetak dalam cetakan akrilik ukuran 20 × 20 cm. Setelah pencetakan, larutan *edible film* dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama ± 8 jam. Lapisan *edible film* yang sudah kering dapat dikelupas dari cetakan akrilik dan disimpan pada desikator dengan kondisi penyimpanan sekitar 22-26°C dan Rh 50% (Setani *et al.*, 2013).

Tabel 2. Standar JIS (Japanese Industrial Standart) 1707: *edible packaging* (1975)

No.	Sifat	Nilai
1.	Ketebalan	Maksimal 0,25 mm
2.	Kuat tarik	Minimal 0,392 MPa (4 kgf/cm ²)
3.	Elongasi	Buruk < 10% Baik > 50%

4.	Laju transmisi uap air	Maksimal 10 g.m ² /day atau 0,417 g.m ² /hour
----	------------------------	---

2.3.2 Analisa Sample

Analisa *edible film* pada penelitian *edible film* berbasis tepung glukomanan meliputi: (a) pengamatan visual, (b) ketebalan, (c) kuat tarik, (d) elongasi, (e) *water uptake* (f) WVTR (*Water Vapour Transmission Rate*), (g) WVP (*Water Vapour Permeability*).

2.3.2.1 Pengamatan Visual

Parameter dari pengamatan visual untuk penelitian ini terdiri dari kemudahan pengelupasan *edible film* dari cetakan akrilik.

2.3.2.2 Ketebalan Edible Film

Ketebalan *edible film* diukur dengan menggunakan mikrometer Mitutoyo, Japan No. 193-101/M810-25) dengan keakuratan sebesar 0,001 mm. Pengujian ketebalan *edible film* dilakukan pada 5 titik yang berbeda, dan hasil dari 5 titik tersebut dirata-ratakan dan dijadikan sebagai hasil ketebalan *edible film*. (Ratnawati & Afifah, 2019).

2.3.2.3 Kuat Tarik Edible Film

Pengujian kuat tarik *edible film* dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM 200) dengan metode ASTM D882, dengan cara memasang probe yang digunakan untuk pengujian dan meletakkan potongan *edible film* ukuran 10 × 2,5 cm pada probe (Setiani *et al.*, 2013). Nilai kuat tarik dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Tensile Strength (MPa)} = \frac{F}{e \times w} \dots \dots (1)$$

Dimana F merupakan tegangan maksimum sample (N), e merupakan rata-rata ketebalan sample (mm), dan w merupakan panjang awal *edible film* (cm).

2.3.2.4 Elongasi Edible Film

Pengujian elongasi *edible film* dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM 200) dengan metode ASTM D882, dan dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tarik (Setiani *et al.*, 2013). Nilai elongasi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{regangan saat putus (cm)}}{\text{panjang awal (cm)}} \times 100 \dots \dots (2)$$

2.3.2.5 Water Uptake

Water uptake atau uji daya serap air oleh *edible film* dilakukan dengan menggunakan sample berukuran 3 × 3 cm yang sebelumnya sudah dilakukan pengovenan untuk menghilangkan kandungan airnya dengan suhu 100-105°C selama 1 jam dan ditimbang untuk mendapatkan berat kering *edible film*. Pengujian *water uptake* dilakukan dengan menyelupkan sample ke dalam *aquadest* selama 10 detik, lalu dikeringkan menggunakan tisu, dan ditimbang.

Hal ini dilakukan sampai mendapatkan berat yang konstan (Sunardi *et al.*, 2017). Persentase *water uptake* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Water Uptake (\%)} = \frac{W_{\text{konstan}} - W_0}{W_0} \times 100 \dots \dots (3)$$

Dimana W_{konstan} merupakan berat konstan sample setelah pencelupan, dan W_0 merupakan berat awal sebelum pencelupan (berat kering *edible film*).

2.3.2.6 WVTR (Water Transmission Rate) dan WVP (Water Vapour Permeability)

Pengujian WVTR dan WVP dapat dilakukan dengan menggunakan cawa porselen yang diisi dengan *silica gel* sebanyak 3 gram, dan permukaan atasnya ditutup oleh *edible film*. Setelah itu, timbang berat cawan sebagai W_0 , setelah itu cawan disimpan di dalam desikator yang pada bagian bawahnya diisi oleh larutan jenuh NaCl. Penimbangan cawa porselen dilakukan setiap satu jam sekali selama 7 jam sampai beratnya konstan (Sholichah *et al.*, 2017). Nilai WVTR dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{WVTR} \left(\frac{g}{m^2 h} \right) = \frac{\text{Slope kenaikan berat cawan}}{\text{Luas permukaan edible}} \dots \dots (4)$$

Nilai WVP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{WVP (per second)} = \frac{(\text{WVTR} \times \text{Ketebalan})}{P \times 3600} \dots \dots (5)$$

Keterangan:

P: tekanan uap air

2.4 Analisa Data

Analisa data hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel dan IBM SPSS Statistic 25. Pengolahan data karakteristik *edible film* menggunakan metode T-test.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan Visual *Edible Film*

Hasil pengamatan visual *edible film* yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengamatan Visual *Edible Film*

Perlakuan	Kemudahan Pengelupasan
V100	Sulit
V120	Mudah
Gk0,75	Mudah
Gk1	Agak sulit

Keterangan:

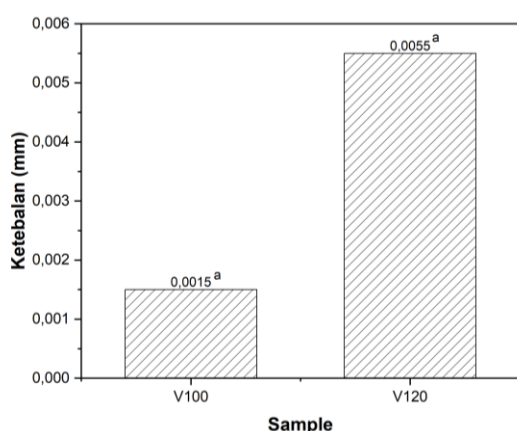
Gk : Glukomanan

V : Volume

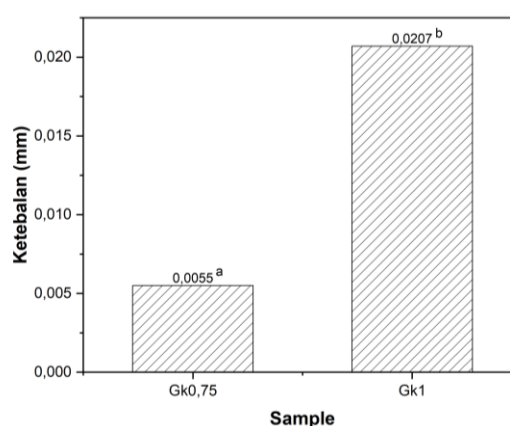
Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa sifat paling baik diperoleh pada perlakuan V120 dan Gk0,75 yang memiliki kemudahan untuk proses pengelupasannya dari cetakan akrilik. Hal ini dapat terjadi karena volume pencetakan yang terlalu sedikit menyebabkan *edible film* melekat pada cetakan akrilik dan susah untuk dikelupas, dan konsentrasi larutan yang tinggi menyebabkan *edible film* terlalu kaku sehingga mudah retak saat dikelupas dari cetakan akrilik.

3.2 Ketebalan Edible Film

Pengujian ketebalan *edible film* dilakukan karena ketebalan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi karakterisasi *edible film*, meliputi nilai *water uptake*, kuat tarik, dan elongasi.



Gambar 1. Ketebalan Edible Film Variasi Volume
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)

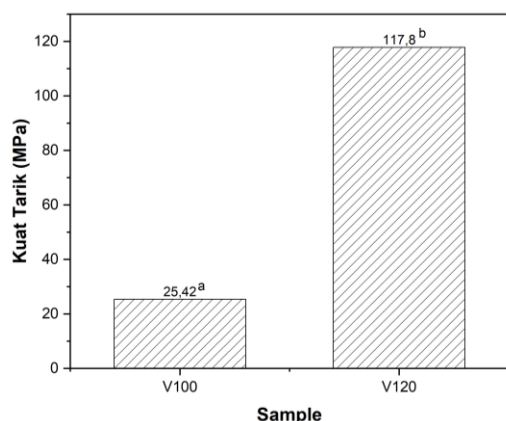


Gambar 2. Ketebalan Edible Film Variasi Konsentrasi
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)

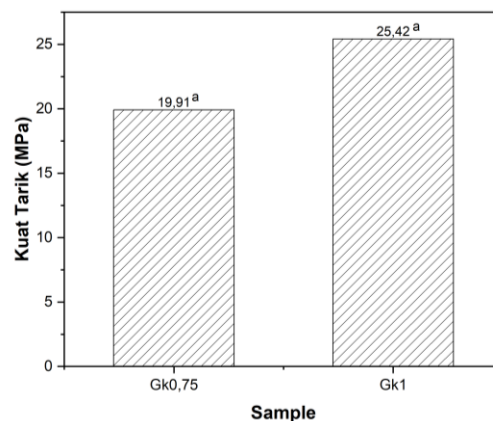
Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan volume cetak tidak berbeda nyata meningkatkan ketebalan *edible film*. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi larutan glukomanan berbeda nyata meningkatkan ketebalan *edible film*. Peningkatan ketebalan seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan dan meningkatnya volume cetak sesuai dengan penelitian Melani *et al.*, (2017), bahwa semakin tinggi konsentrasi padatan yang terlarut pada larutan *edible film*, maka ketebalan *film* tersebut akan meningkat. Hal ini juga didukung oleh Ningsih, (2015) bahwa jumlah padatan yang meningkat menyebabkan polimer dalam larutan semakin banyak, dan mengakibatkan ketebalan *edible film* meningkat. Berdasarkan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975), *edible film* berbasis glukomanan pada penelitian ini sudah sesuai, karena memiliki ketebalan yang tidak melebihi 0,25 mm.

3.3 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *edible film*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sample *edible film* yang diuji terhadap suatu tarikan.



Gambar 3. Kuat Tarik *Edible Film* Variasi Volume
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)

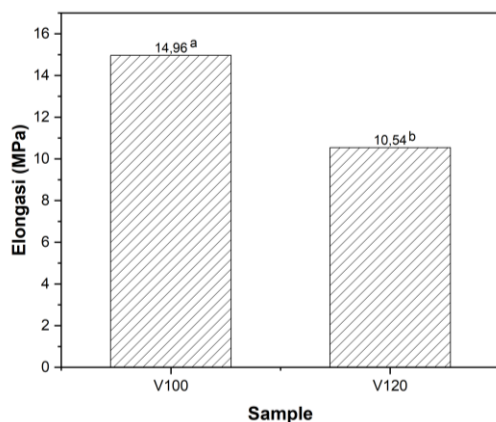


Gambar 4. Kuat Tarik *Edible Film* Variasi Konsentrasi
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)

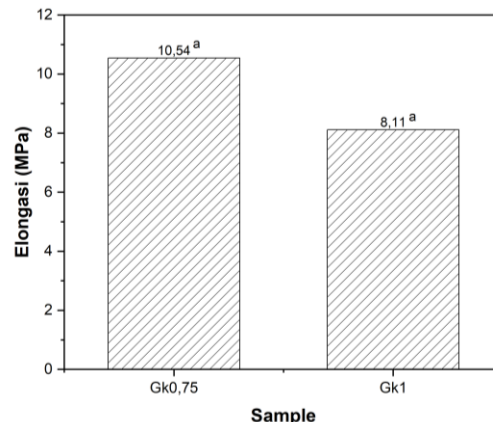
Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatkan volume cetak berbeda nyata meningkatkan nilai kuat tarik *edible film*. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa bertambahnya konsentrasi larutan glukomanan yang digunakan dalam penelitian tidak berbeda nyata meningkatkan nilai kuat tarik *edible film*. Peningkatan nilai kuat tarik pada *edible film* dapat terjadi karena dipengaruhi oleh kerapatan suatu bahan, dimana bahan yang lebih rapat, nilai kuat tarik yang akan dihasilkan semakin meningkat (Dani *et al.*, 2014). Hal ini juga disampaikan oleh Rahmadani, (2019) bahwa kenaikan nilai kuat tarik juga dapat disebabkan oleh kandungan air yang sedikit pada sample *edible film* tersebut sehingga struktur molekul pada *edible film* menjadi lebih rapat. Namun, meningkatnya kuat tarik yang diutuhkan untuk merobek *edible film* dapat berpengaruh menurunkan nilai elongasinya. Berdasarkan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975), *edible film* berbasis tepung glukomanan pada penelitian ini sudah sesuai, karena memiliki nilai kuat tarik diatas 0,392 MPa.

3.4 Elongasi *Edible Film*

Pengujian elongasi dilakukan untuk mengetahui persentase pemanjangan *edible film* ketika dilakukan uji kuat tarik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui elastisitas sample *edible film* yang diuji terhadap suatu tarikan



Gambar 5. Elongasi *Edible Film* Variasi Konsentrasi
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)



Gambar 6. Elongasi *Edible Film* Variasi Volume
Notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata hasil uji T ($P < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa peningkatan volume cetak *edible film* berpengaruh nyata menurunkan persentase elongasi. Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi larutan glukomanan tidak berpengaruh nyata menurunkan nilai elongasi. Penurunan persentase elongasi ini dapat terjadi karena semakin banyak glukomanan yang terdapat pada *edible film*, dapat menyebabkan lapisannya menjadi kaku dan tidak elastis. Menurut Ningsih, (2015), jumlah padatan yang meningkat menyebabkan polimer dalam larutan semakin banyak mengakibatkan ketebalan *edible film* meningkat, dan hal tersebut dapat berpengaruh menurunkan nilai elongasi pada *edible film*. Semakin tinggi nilai elongasi yang dihasilkan oleh *edible film*, maka *edible film* akan semakin fleksibel dan dapat digunakan sebagai bahan pengemas (Salimah *et al.*, 2016). Berdasarkan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975), *edible film* berbasis tepung glukomanan pada penelitian ini memiliki nilai yang sesuai standar pada perlakuan V100, V120, dan Gk0,75 namun belum masuk pada kategori baik, karena masih berada dibawah 50%. Namun perlakuan Gk1 tidak sesuai dengan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975) karena memiliki persentase dibawah 10%.

3.5 Perlakuan Terbaik *Edible Film*

Pengujian perlakuan yang dilakukan meliputi pengujian *water uptake*, WVTR (*Water Vapour Transmission Rate*), dan WVP (*Water Vapour Permeability*). Berdasarkan 4 uji yang dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bahwa perlakuan Gk0,75 dan V120 memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya, maka dilakukan karakterisasi perlakuan terbaik untuk sample Gk0,75-V120.

Water uptake dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan *edible film* terhadap serapan air, hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan *edible film* sebagai kemasan (Lazuardi *et al.*, 2013). WVTR (*Water Vapour Transmission Rate*) dilakukan untuk mengetahui uap air yang dapat melewati satu unit permukaan *edible film* selama satuan waktu pada kondisi suhu dan Rh yang relatif konstan (Putro, 2012). Sedangkan WVP (*Water Vapour Permeability*) merupakan permeabilitas uap air yang menyangkut proses pemindaan larutan dan difusi, dimana larutan berpindah dari satu sisi *edible film*, lalu berdifusi ke sisi lainnya (Fiardy, 2013).

Tabel 4. Karakterisasi Perlakuan Terbaik *Edible Film*

Karakterisasi	Nilai
<i>Water uptake</i>	910%
WVTR	19,15 g/m ² h
WVP	8,98×10 ⁻⁹ g/mPa.s

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa sample Gk0,75-V120 memiliki nilai *water uptake* sebesar 910%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *edible film* glukomanan memiliki daya serap air yang tinggi, sehingga cocok digunakan sebagai *edible* atau pembungkus yang dapat langsung dimakan bersamaan dengan produknya. Nilai WVTR yang dimiliki sample Gk0,75-V120 adalah 19,15 g/m²h, hal tersebut belum sesuai dengan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975) yaitu lebih dari 10 g/m²h. Sedangkan nilai WVP yang dimiliki sample Gk0,75-V120 adalah sebesar 8,98×10⁻⁹g/mPa.s.

4. KESIMPULAN

Edible film berbasis tepung glukomanan dengan perlakuan variasi konsentrasi larutan glukomanan dan volume cetak mempengaruhi ketebalan dan kuat tarik *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi glukomanan, maka nilai ketebalan dan kuat tariknya akan semakin meningkat, serta elongasinya menurun. Sedangkan pada perlakuan variasi volume cetak, semakin banyak volume larutan pada pembuatan *edible film*, maka nilai ketebalan dan kuat tariknya meningkat, sedangkan nilai elongasinya menurun. *Edible film* dengan perlakuan terbaik masih belum sesuai dengan standar pada karakterisasi WVTR, maka dibutuhkan bahan tambahan yang dapat meningkatkan karakteristik *edible film* agar sesuai dengan standar JIS 1707: *edible packaging* (1975) seperti *plasticizer* maupun agen pengikat silang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang mendukung penelitian ini, yaitu kedua dosen pembimbing yang banyak membantu dan membimbing penulis dalam penelitian, dan terima kasih kepada Pusat Riset Teknologi Tepat Guna (PRTTG) – BRIN yang telah menyediakan berbagai fasilitas bagi penulis untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dani, Y., Sitorus, T. M., & Alfira, M. R. (2014). *Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis Gliserol*. Jurnal Teknik Kimia, 20(4), 22-30.
- Falah, Z. K., Suryati, S., Sylvia, N., Meriatna, M., & Bahri, S. (2021). *Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (Amorphophallus Muelleri Blume) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film*. Chemical Engineering Journal Storage (CEJS), 1(3), 50.
- Faizin, N. A. H., Moentamaria, D., & Irfan, Z. (2023). *PEMBUATAN EDIBLE FILM BERBASIS GLUKOMANAN*. DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi, 9(1), 29-41.
- Fiardy, A. (2013). *Penentuan Umur Simpan Keripik Ubi Jalar Dan Keripik Talas Dalam Kemasan Plastik Dan Aluminium Foil*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. (2018). *Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review*. International Journal of Biological Macromolecules, 109, 1095–1107.
- JIS (Japanese Industrial Standard) 2 1707. (1975). *Japanese Standards Association*. J J-PAL 6 NO. 1(ISSN:2087-3522 DAN E- ISSN:2338-1671).
- 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 Plasticizer)*. UNESA Journal of Chemistry.
- Lukito, Mulyono, Y. Tetty, H. Iswanto, N. R. (2010). *Buku Pintar Budi Daya Kakao*. AgroMedia.
- Melani, A., Herwati, N., & Kurniawan, A. F. (2017). *Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation (Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler, dan Jenis Plasticizer)*. Distilasi, 2(2), 53-67.
- Ningsih Sri Hastuti. (2015). *Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey dan Agar*. Skripsi.
- Putro, J.S. (2012). *Optimasi Proses Penggorengan Hampa dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek (Leiognathus Sp.)*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahmadani, S. (2019). *Pemanfaatan Pati Batang Uni Kayu dan Pati Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 8(1), 26.
- Ratnawati, L., & Afifah, N. (2019). *Effect of antimicrobials addition on the characteristic of arrowroot starch-based films*. 020011.

- Salimah, T., & Ma'ruf, W. F. (2016). *Pengaruh Transglutaminase Terhadap Mutu Edible Film Gelatin Kulit Ikan Kakap Putih (Lates calcalifer)*. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 5(1), 49-55.
- Setiani, W., T. Sudiarti, & L. Rahmidar. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun- Kitosan*. Valensi, 3(2): 100-109.
- Sholichah, E., Purwono, B., & Nugroho, P. (2017). *Improving Properties of Arrowroot Starch (Maranta arundinacea)/PVA Blend Films by Using Citric Acid as Cross-linking Agent*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 101, 012018.
- Sunardi, S., Irwan, A., Latifah, A., Istikowati, W. T., & Haris, A. (2017). *Kajian Pengaruh Jumlah Agen Pengikat Silang Terhadap Karakteristik Superabsorben Asam Akrilat Tercangkok Selulosa dari Alang-Alang (Imperata cylindrica)*. Jurnal Berkala Ilmiah Sains Dan Terapan Kimia, 11(1), Article 1.
- Susilowati, E.D., 2001. *Komposisi Kimia Berbagai Tepung Iles-Iles dan Kekukuhan Gel Tepung Iles-Iles Amorphophallus variabilis dengan Variasi Tambahan Ca(OH)₂*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.