

The Utilization from Glucomannan of Porang Flour (*Amorphophallus Muelleri Blume*) as a Raw Material for Making an Edible Film

(Pemanfaatan Glukomannan dari Tepung Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) sebagai Basis Pembuatan *Edible Film*)

Ismi Nurlatifah, Mutia Amyranti*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf,
Jln. Maulana Yusuf No.10 Babakan Tangerang 15118, Indonesia

ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) is a type of tuber that contains various nutrients, especially glucomannan. Besides as being a source of food, the high content of glucomannan can also be used as an alternative for making edible films, because it contains mannan polymers which have the ability to form fine and crystallized fibers. The purpose of this research is to determine the potential of glucomannan in porang tuber flour as a basis for making edible films. Glucomannan used with various variations (3, 6 and 9 grams). The first stages used were testing porang tuber flour and then made edible film base by carrying out various chemical analyzes based on the Japanese Industrial Standard method. The results showed that the acquisition of water, ash and protein sequentially was 11.782%, 1.821%, 6.275% which conform to the SNI 7939;2013 standards. The 3 gram variation and 0.087 mm thickness of Glucomann showed the best water resistance value of 20.34%. The biodegradability test showed that the 6 grams variation of glucomannan had the best degradation ability, that is 100% for 12 days.

Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) adalah salah satu jenis umbi-umbian yang mengandung nutrisi yang beragam, terutama glukomannan. Kandungan glukomannan yang tinggi selain sebagai sumber bahan pangan, juga dapat dijadikan sebagai alternatif pembuatan *edible film* karena mengandung polimer mannan yang memiliki kemampuan untuk membentuk serat halus dan mengkristal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi glukomannan pada tepung umbi porang sebagai basis pembuatan *edible film*. Glucomannan yang digunakan dengan berbagai variasi (3, 6 dan 9 gram). Tahapan yang digunakan yaitu pertama, pengujian tepung umbi porang, kemudian dilakukan pembuatan basis *edible film* dengan melakukan berbagai analisa kimia berdasarkan metode *Japanese Industrial Standard*. Hasil penelitian menunjukkan perolehan kadar air, abu, dan protein secara berurutan adalah 11,782 %, 1,821 %, 6,275 % yang sudah sesuai dengan standar SNI 7939;2013. Pada glukomannan dengan variasi 3 gram dengan ketebalan 0,087 mm menunjukkan nilai ketahanan air terbaik yaitu sebesar 20,34%. Uji biodegradabilitas menunjukkan pada variasi glukomannan 6 gram memiliki kemampuan degradasi terbaik yaitu 100% selama 12 hari.

Keywords: Edible film, Glucomannan, Porang tuber.

*Corresponding author:

Mutia Amyranti

E-mail: mutiaamyranti@unis.ac.id

PENDAHULUAN

Budaya hidup sehat sudah menjadi kewajiban di era new normal pada saat ini. Salah satu yang menjadi perubahan mendasar dalam menjalani tuntutan hidup sehat dengan pemilihan pengemasan produk makanan yang ramah lingkungan dan terjamin keselamatan serta kesehatan pangannya. Adanya penemuan dan inovasi di bidang pengemasan pangan yang diperuntukkan

dalam keselamatan pangan yaitu pada bioplastik atau plastik biodegradable. Kemasan plastik konvensional tergolong dalam pencemar lingkungan terpenting di kehidupan modern. Kemasan plastik dapat membahayakan kesehatan karena memungkinkan pindahnya bahan kimia dari bahan kemasan ke dalam produk terkemas [1]. 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.

Produksi dan konsumsi plastik polimer sintetik berbahan dasar minyak bumi di seluruh dunia saat ini mengalami peningkatan [2]. Polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan, yaitu plastik yang berasal dari minyak bumi jumlahnya semakin terbatas dan sifatnya yang tidak mudah didegradasi meskipun telah ditumbun puluhan tahun. Akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Tahun 2020 menunjukkan bahwa produksi sampah nasional telah mencapai 67,8 juta ton. Sekitar 185.753 ton sampah setiap harinya dihasilkan oleh 270 juta penduduk Indonesia. Sampah plastik membutuhkan waktu degradasi sekitar 200 hingga 1.000 tahun [3].

Tuntutan hidup sehat menjadikan peningkatan kesadaran manusia akan masalah ini. Untuk itu dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik yang berasal dari bahan-bahan terbarukan dan ekonomis, yaitu dengan mengembangkan plastik biodegradable dalam bentuk *edible film* yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Selain ramah lingkungan, pengembangan *edible film* pada kemasan pangan dapat memberikan kualitas produk yang lebih baik, mengingat terbuat dari bahan alami yang tidak beracun sehingga dapat langsung dimakan dan kecil kemungkinan terkena kontaminasi terhadap makanan. *Edible film* merupakan teknologi kemasan yang aman untuk keselamatan pangan dan tidak merusak lingkungan [4].

Umbi Porang merupakan jenis tanaman dari marga *Amorphallus* yang termasuk ke dalam suku talas-talasan (*Araceae*) dengan memiliki kandungan glukomannan relatif tinggi sebesar 15-64% bk. Umbi porang tersebut dapat ditemukan di daerah sub-tropis maupun tropis [5]. Kandungan di dalam umbi porang yaitu sebagian besar adalah glukomannan atau mannan yang merupakan polimer dari D-mannosa dan D-glukosa [6]. Kandungan glukomannan pada umbi porang juga memiliki kemampuan membentuk lapisan film yang baik, *biocompatibility* yang baik, biodegradable serta memiliki kemampuan membentuk gel. Oleh karena itu, umbi porang dapat dijadikan sebagai bahan

dasar pembuatan biopolimer atau biodegradable polimer [1].

Kandungan glukomannan yang besar pada umbi porang membuat tanaman ini menjadi komoditi yang banyak dicari oleh pelaku industri terutama industri pangan dan kesehatan (farmasi) [7]. Selain sebagai bahan dalam industri makanan, glukomannan juga banyak digunakan sebagai bahan industri non pangan seperti penguat kertas, bahan lem serta bahan pembuatan *edible film* [8]. Glukomannan merupakan senyawa yang memiliki kadar serat larut air yang tinggi dan rendah kalori serta memiliki sifat hidrokoloid yang khas, sehingga glukomannan memiliki fungsi sebagai bahan tambahan pangan [9].

Pemanfaatan umbi porang dalam produk tepung menjadi salah satu pilihan guna memudahkan penyimpanan serta alternatif pengolahan menjadi produk lanjutan [10]. Umbi porang adalah salah satu bahan komoditi lokal yang dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan *edible film*. Penggunaan *edible film* yang degradedible berbahan alami seperti protein, lipid, dan polisakarida dapat menggantikan kemasan plastik konvensional. *Edible film* adalah lapisan tipis bahan pangan yang bisa dimakan dan dibentuk untuk melapisi bahan pangan (*coating*) dan atau antara bahan pangan (*film*) untuk memudahkan penanganan pangan. Selain itu *edible film* juga terbuat dari bahan baku hidrokoloid, lipid, protein atau kombinasi ketiganya [11].

Tepung umbi porang mempunyai komponen hidrokoloid yang kurang memiliki kemampuan perlindungan atau proteksi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid serta tidak memiliki sifat mekanik yang diinginkan seperti elastisitas yang rendah dan mudah robek [12]. Beberapa usaha pembuatan bioplastik telah dilaporkan menggunakan pati singkong dengan penambahan plasticizer [13]. Selain itu hydrophilic *edible film* pada modifikasi tepung berbahan dasar biomassa memperoleh hasil yang optimal dengan nilai kemampuan terdegradasi 100% [4]. Modifikasi pati pada tepung umbi jalar dapat mempengaruhi sifat hidrofilik atau penyerapan air pada bioplastik [14]. Modifikasi pati menyebabkan perubahan karakteristik fisika, kimia, maupun enzimatis pati. Tujuan modifikasi pati adalah untuk menstabilkan granula pati. Modifikasi pati merupakan salah satu metode yang dapat diharapkan memperbaiki sifat fisik, kimia dan fungsional dari pati alami [15].

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan kajian pemanfaatan glukomannan pada tepung umbi porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) perlu dilakukan sebagai pembuatan bahan dasar *edible film*. Oleh karena itu penelitian ini akan mempelajari kondisi terbaik sebagai pembuatan basis *edible film* pada tepung umbi porang yang telah dimodifikasi pada penelitian sebelumnya menggunakan tepung porang hasil perolehan glukomannan terbaik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi glukomannan pada tepung umbi porang sebagai basis pembuatan *edible film*.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah glukomannan dari tepung porang termodifikasi dari hasil penelitian terdahulu [5], asam asetat 1%, gliserin dan aquades. Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: timbangan/neraca digital, oven, *hot plate magnetic stirrer*/pemanas listrik, gelas ukur 25 ml dan 150 ml, gelas beaker 500 ml dan 1L, pipet ukur, pipet tetes, labu ukur 100 ml, erlenmeyer 100 ml, Blender, Plaxiglass cetakan ukuran 20 x 20 cm, dan ayakan ukuran 80 mesh.

Pretreatment tepung umbi porang

Chips umbi porang yang telah dilakukan treatment penghilangan kandungan oksalat [6] dihaluskan menggunakan blender kemudian di saring menggunakan ayakan sampai lolos menjadi tepung dengan ukuran partikel 80 mesh.

Pembuatan larutan asam asetat %

Diambil asam asetat dengan kadar 99% sebanyak 1 ml kemudian larutkan dengan menambahkan aquades kedalam labu ukur 100 ml sampai batas meniskus lalu dihomogenkan.

Pembuatan *edible film*

Variasi glukomannan tepung umbi porang yang digunakan adalah 3 gr, 6 gr dan 9 gr. Kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer, lalu menambahkan seluruh erlenmeyer dengan 100 ml aquades dan selanjutnya dipanaskan di atas hotplate magnetic stirrer dengan suhu 50°C selama 15 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass 500 ml dan ditambahkan 10 ml larutan asam asetat 1%, aquades 150 ml, dan gliserin 2,5 ml. Larutan dipanaskan pada *hotplate magnetic stirrer* dengan suhu 50°C dan kecepatan 300 rpm sampai mengental.

Setelah mengental dicetak diatas plexiglass dan didinginkan kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam lalu oven dengan suhu 60°C selama 5 jam. *Edible film* yang dihasilkan kemudian dilepaskan dari cetakan plexiglass.

Analisis Data

a. Analisa Pengamatan Fisik dan Uji Laboratorium

Parameter pengamatan pada glukomannan tepung porang termodifikasi yang dilakukan yaitu analisa fisik dan kimia. Analisa tepung porang termodifikasi secara fisik diantaranya pengujian warna dan uji organoleptik, sedangkan untuk analisa kimia yaitu analisa proksimat meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, dan kadar abu. Pengujian kadar glukomannan telah dilaporkan pada penelitian terdahulu [5].

b. Analisa Biodegradabilitas

Untuk analisa uji biodegradabilitas dilakukan dengan cara setiap sampel plastik dipotong dengan berat massa awal 0,30 gram. Setiap sampel dimasukkan ke dalam gelas plastik yang sudah berisi mikroorganisme EM-4. Sebelumnya mikroorganisme tersebut dilakukan pengaktifan dengan cara didiamkan selama 24 jam di dalam gelas plastik yang tertutup rapat dengan media air sumur yang sebelumnya didiamkan 24 jam setelah itu untuk takaran 1 gelas plastik 100 ml air sumur dan 10 ml EM-4. Setiap 3 hari sekali sampel ditimbang untuk mengetahui berat yang berkurang selama 15 hari. Perhitungan analisa biodegradasi dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\% \text{ Biodegradabilitas} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

M0 = massa sampel awal (gram)

M1 = massa sampel akhir (gram)

c. Analisa Ketahanan Air

Perhitungan analisa ketahanan air dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\% \text{ Ketahanan air} = \frac{W - W_0}{W} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

W = massa *edible film* setelah dimasukkan ke dalam air (gram)

W0 = berat massa *edible film* sebelum dimasukkan kedalam air (gram).

d. Analisa Ketebalan

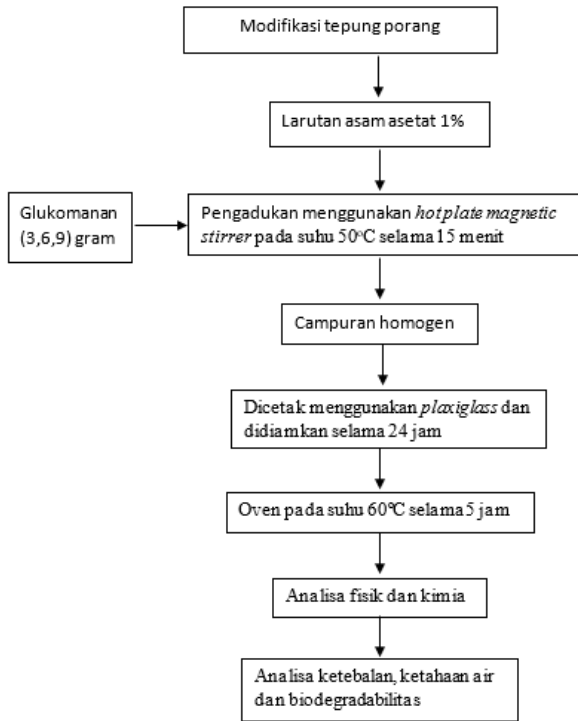
Penentuan ketebalan edible film menggunakan mikrometer sekrup. Penentuan ketebalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$\text{Ketebalan} = Su + (Sn \cdot 0,01) \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

Su = Skala utama (mm)

Sn = Skala nonius (mm)



Gambar 1. Flow chart pembuatan edible film dan proses Analisa

Pada Gambar 1 memperlihatkan proses pembuatan edible film dari tepung porang termodifikasi yang dilanjutkan dengan proses analisisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Fisik dan Uji Laboratorium

Sampel yang digunakan dalam penelitian merupakan sampel dengan hasil modifikasi tepung umbi porang dengan kadar glukomannan paling optimal yaitu pada perlakuan metode penggilingan kering serta perlakuan lama perendaman menggunakan anti browning agent 3 jam [5]. Uji proksimat yang dilakukan meliputi kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat.

Hasil analisa proksimat pada penelitian pembuatan basis edible film menggunakan glukomannan tepung umbi porang disajikan pada Tabel 1. Beberapa parameter menunjukkan bahwa kandungan proksimat protein, air dan abu telah memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan untuk tepung porang (SNI 7939;2013) [16].

Tabel 1. Pengamatan Fisik dan Uji Laboratorium

No.	Parameter	Nilai	Standar SNI 7939;2013
1	Air	11,782 %	≤ 13 %
2	Abu	1,821 %	≤ 4 %
3	Protein	6,275 %	5 - 14 %
4	Lemak	0,751 %	
5	Karbohidrat	73,563 %	
6	L*	83,74	
7	a*	15,45	
8	b*	19,90	
9	Aroma	Khas tepung	
10	Warna	Putih kecoklatan	

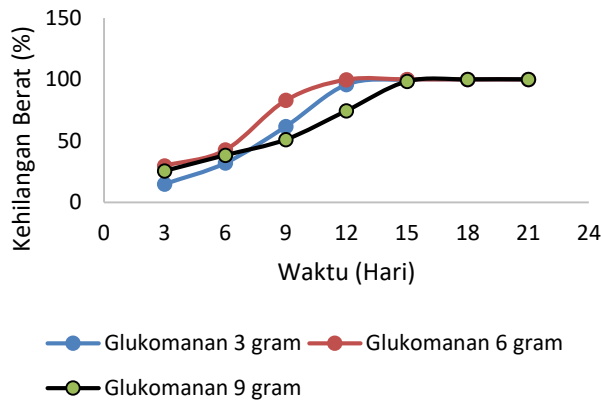
Karakteristik tepung umbi porang juga menentukan keberhasilan pada pembuatan bahan dasar edible film [17]. Semakin optimal kadar glukomannan yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan kuat tarik kekuatan edible film yang akan diperoleh [18]. Kandungan proksimat hasil analisa menunjukkan kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat secara berurutan adalah 11,782 %, 1,821 %, 6,275 %, 0,751 % dan 73,563 %. Hasil pengamatan fisik tepung porang termodifikasi dilakukan secara kualitatif dengan uji sensori menggunakan panca indera terhadap parameter warna dan aroma. Sedangkan pengujian warna diketahui dengan menggunakan alat Minolta Chroma Meter 400 dengan system warna Hunter L* (warna putih), a* (warna merah), b* (warna kuning) [10].

Biodegradabilitas pada edible film

Pengujian daya biodegradabilitas ini dilakukan untuk mengetahui daya urai edible film oleh mikroorganisme dalam tanah. Hasil biodegradasi massa edible film didapatkan dari berat awal dikurangi berat akhir yang nantinya didapatkan hasil biodegradasi sampel plastik. Adapun pengaruh komposisi bahan terhadap % biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa selama 15 hari grafik berturut-turut menunjukkan hasil biodegradasi yang berbeda. Dapat diketahui bahwa daya biodegradabilitas tertinggi yaitu pada perlakuan

dengan formulasi 6 gram glukomannan. Nilai biodegradabilitas terendah ada pada *edible film* dengan variasi 3 gram glukomannan.



Gambar 2. Hasil pengamatan kehilangan berat (%) terhadap waktu degradabilitas

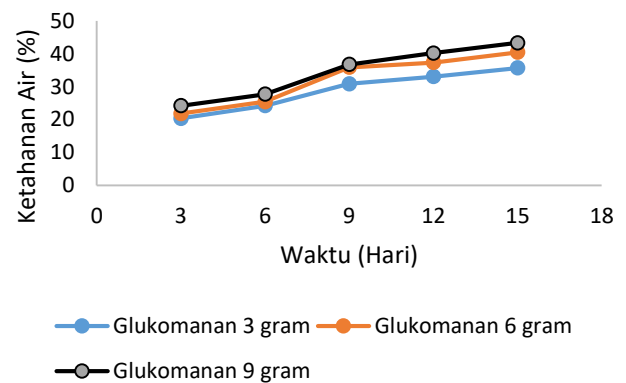
Pada Gambar 2 mengartikan bahwa *edible film* dengan glukomannan yang rendah membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi dalam tanah dibandingkan dengan glukomannan yang tinggi. Hal ini dikarenakan bentuk fisik dari *edible film* yang tipis sehingga memudahkan mikroorganisme untuk mengurai *edible film* dalam waktu yang singkat. *Edible film* dari glukomannan tepung umbi porang dengan perlakuan suhu 50°C mampu terdegradasi dalam waktu 12 hari.

Bioplastik mudah terdegradasi karena bioplastik yang dihasilkan mengandung gugus hidroksil (OH) dan gugus karbonil (CO). Gugus tersebut memiliki sifat hidrofilik sehingga molekul air dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks plastik tersebut. Tanah sebagai media tumbuh sebagian besar bakteri dan mikroba sehingga akan mengakibatkan bioplastik menjadi lebih mudah terdegradasi [19].

Menurut Standar Internasional (ASTM 5336) lamanya Film Plastik terdegradasi (biodegradasi) untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai secara keseluruhan (100%). Lamanya terdegradasi (biodegradasi) yang dihasilkan dari penelitian ini adalah dalam waktu 15 hari untuk dapat terurai keseluruhan (100%). Hal itu membuktikan bahwa hasil penelitian ini memenuhi kriteria degradasi dari *edible film* untuk selanjutnya digunakan pada pembuatan plastik biodegradable.

Ketahanan air pada *edible film*

Pada pengujian ketahanan air *edible film* dilakukan dengan cara merendam *edible film* selama 5 menit didapatkan berat yang konstan. Nilai persentase ketahanan air didapatkan dari nilai berat *edible film* sebelum direndam dan setelah direndam. Sifat ketahanan air *edible film* ditentukan dengan seberapa banyak menyerap air atau persentase pengembangan *edible film* dengan adanya air yang masuk. Persentase ketahanan air dipengaruhi oleh penambahan glukomannan tepung umbi porang dan ketebalan *edible film*. Penambahan kadar pati termasuk glukomannan dapat meningkatkan persentase ketahanan air pada *edible film* [1]. Adapun pengaruh komposisi bahan terhadap % ketahanan air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Analisa ketahanan air (%) terhadap waktu (hari)

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase ketahanan air berkisar antara 20,34% - 43,31%. Persentase ketahanan air terendah diperoleh pada variasi 3 gram tepung glukomannan, sedangkan persentase ketahanan air tertinggi diperoleh pada variasi 9 gram tepung glukomannan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan glukomannan akan mengalami peningkatan terhadap *edible film* yang diperoleh. Hal ini dikarenakan glukomannan memiliki sifat hidrofilik sehingga kelarutan air semakin besar. Peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik, yaitu glukomannan dalam *edible film*, diduga yang menyebabkan tingginya persentase ketahanan air [20]. Ketika kemampuan menahan air berkurang maka dapat diartikan bahwa *edible film* memiliki kelarutan yang tinggi dalam air. *Edible film* dengan daya larut yang

tinggi cocok digunakan untuk produk pangan siap makan karena saat dikonsumsi akan mudah larut.

Ketebalan edible film

Nilai ketebalan didapat dari rata-rata hasil pengukuran pada lima titik yang berbeda yaitu bagian tengah dan bagian sudut *edible film*. Nilai rata-rata ketebalan *edible film* dapat dilihat pada Tabel 2. Pada proses uji ketebalan *edible film* digunakan alat mikrometer sekrup dengan cara mengukur lima titik pada bagian *edible film* dan nilai ketebalan yang didapatkan adalah hasil rata-rata dari nilai lima titik tersebut. Nilai ketebalan *edible film* bergantung pada jumlah konsentrasi padatan yang larut. Semakin tinggi konsentrasi padatan yang terlarut pada larutan maka *edible film* yang dihasilkan juga akan semakin tebal [12].

Tabel 2. Hasil Analisa ketebalan *edible film*

No	Jumlah Glucomannan	Rata-rata ketebalan
1	3 gram	0,087 mm
2	6 gram	0,093 mm
3	9 gram	0,109 mm

Dari Tabel 2 memberikan pemahaman bahwa nilai rata-rata dari ketebalan *edible film* dengan variasi penambahan konsentrasi meningkat seiring bertambahnya glukomannan tepung porang sebesar 3 gr, 6 gr, dan 9 secara berurutan (0,087, 0,093 dan 0,109 mm). Hal ini dikarenakan saat tepung porang yang digunakan semakin banyak maka total padatan dalam larutan dapat meningkat. Dengan meningkatnya jumlah total padatan dalam larutan dapat menyebabkan *edible film* semakin tebal. Hal ini senada dengan pernyataan bahwa semakin meningkatnya total padatan dalam larutan menyebabkan semakin banyak polimer-polimer yang menyusun matriks *edible film*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini adalah glukomannan pada tepung umbi pirang berpotensi sebagai basis pembuatan *edible film*. Hasil uji fisik dan kimia glukomannan tepung porang yang sudah sesuai dengan standar SNI 7939;2013. Perolehan kadar air, abu, protein, secara berurutan adalah 11,782 %, 1,821 %, 6,275 %. Hasil terbaik pada uji ketebalan menggunakan glukomannan 3 gram (0,087 mm) dengan ketahanan air sebesar 20,34%. Pada uji biodegradabilitas dengan glukomannan tepung porang 6 gram dalam waktu 12 hari sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. K. Falah, S. Suryati, N. Sylvia, M. Meriatna, and S. Bahri, "Pemanfaatan tepung glukomannan dari pati umbi porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*," *Chem. Eng. J. Storage*, vol. 1, no. 3, pp. 50-62, 2021.
- [2] I. Nafilah, "Pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap degradasi bioplastik pati singkong dalam media tanah dan kompos," Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2018.
- [3] K. P. BKD, "Sampah Plastik: Dampaknya terhadap Pariwisata dan Solusi," *Academia*, 2018. .
- [4] T. H. McHugh, R. Avena-Bustillos, and J. M. Krochta, "Hydrophilic *edible films*: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects," *J. Food Sci.*, vol. 58, no. 4, pp. 899-903, 1993.
- [5] M. Amyranti, and S. Maftukhah, "Alternatif penggunaan sulfit dalam pembuatan chips umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) sebagai peningkatan nilai derajat putih," *UNISTEK*, vol. 8, no. 2, pp. 82-86, 2021.
- [6] A. C. Kumoro, M. Amyranti, D. S. Ratnawati, and R. R, "Browning prevention of chips from freshly harvested porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Tubers through immersion in ascorbic acid solutions at various times," in *The 3rd International Conference of Chemical and Materials Engineering*, pp. 1-5, 2019.
- [7] M. A. Ferdian and R. G. Perdana, "Processing technology of porang flour modified with the variations of milling methods and long fermentation," *J. Agroindustri*, vol. 11, no. 1, pp. 23-31, 2021.
- [8] N. S. Widari and A. Rasmito, "Penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan proses pemanasan di dalam larutan," *J. Tek. Kim.*, vol. 13, no. 1, pp. 1-4, 2018.
- [9] M. A. Ferdian and S. Farida, "Karakteristik *edible film* dari tepung porang termodifikasi sebagai kemasan bumbu mi instan," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur*, pp. A2.1-A2-8, 2021.
- [10] M. Amyranti, "Browning prevention of flour from freshly harvested porang (*Amorphophallus oncophyllus*) tubers through immersion in sodium metabisulfite at various times," *UNISTEK*, vol. 7, no. 1, pp. 1-5, 2020.
- [11] Zulfazri, S. Rahmadani, and R. Dewi, "Pemanfaatan pati batang ubi kayu dan pati ubi kayu untuk bahan baku alternatif pembuatan plastik biodegradable," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 8, no. 1, pp. 26-35, 2019.
- [12] A. Melani, N. Herawati, and A. F. Kurniawan, "Bioplastik pati umbi talas melalui proses *melt intercalation* (kajian pengaruh jenis filler, konsentrasi

- filler dan jenis plasticizer),” *Distilasi*, vol. 2, no. 2, pp. 53-67, 2017.
- [13] E. Maneking, H. F. Sangian, and S. H. J. Tongkukut, “Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar biomassa dengan plasticizer gliserol,” *J. MIPA*, vol. 9, no. 1, pp. 23-27, 2020.
- [14] M. Dzaky, D. Y. Pujiastuti, and L. Sulmartiwi, “Application of modified starch on bioplastic spoon based carrageenan from *eucheuma cottonii* on biodegradability and water resistance,” *J. Mar. Coast. Sci.*, vol. 11, no. 2, 2022.
- [15] If'all, A. Hasanuddin, A. Rahim, and S. Kadir, “Modifikasi pati secara asetilasi terhadap gugus fungsi asetil dan kristanilitas pati ubi banggai asetat,” *REKAYASA*, vol. 12, no. 2, pp. 135-140, 2019.
- [16] T. Yu, C. Qu, D. Fan, and R. Xu, “Effects of bentonite activation methods on chitosan loading capacity,” *Bull. Chem. React. Eng. & Catal.*, vol. 13, no. 1, pp. 14-23, 2018.
- [17] S. Lahagu, “Pengujian karakteristik pati talas (*Colocasia Esculenta* L.) sebagai bahan alternatif biopolimer untuk injeksi kimia,” Universitas Islam Riau, 2021.
- [18] R. A. Nur, N. Nazir, and G. Taib, “Karakteristik bioplastik dari campuran pati biji durian dan pati singkong dengan menggunakan bahan pengisi Mcc (*Microcrystalline Cellulose*) dari kulit kakao,” *Gema Agro*, vol. 5, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [19] F. Yan, S. Luo, Z. Hu, B. Xiao, and G. Cheng, “Hydrogenrich gas production by steam gasification of char from biomass fast pyrolysis in a fixed-bed reactor: influence of temperature and steam on hydrogen yield and syngas composition,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, pp. 5633-5637, 2020.
- [20] I. A. Widhiantari, A. F. Hidayat, S. A. Muttalib, F. I. Khalil, and I. Puspitasari, “Sifat mekanik bioplastik berbasis kombinasi pati biji nangka dan tongkol jagung,” *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 9, no. 1, pp. 76-83, 2021.