

Isolasi dan Karakterisasi Glukomanan dari beberapa Spesies Talas (*Colocasia*) dan Iles-iles (*Amorphophalus oncophyllus*)

Anggren D. Ritonga¹, Widya², Yoan De Nanda Herru³, Rahma Joni⁴, Yelmiza⁵,
Fadilaturahmah⁶, Muhammad Azhari Akbar⁷

^{1,2,3,4,5}Program Studi Kimia, Fakultas Kehutanan dan Sains, Universitas Lancang KuningPekanbaru, Riau 28266, Indonesia

⁶Program Studi Biologi, Fakultas Kehutanan dan Sains, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru, Riau 28266, Indonesia

*e-mail: anggrenadiova@unilak.ac.id

Abstract

Talas and iles-iles have great benefits to be processed into carbohydrate substitution. In some areas of Indonesia, talas and iles-iles used for additional food or substitute food, especially in lean times. One component of carbohydrates in talas is glucomannan. Glucomannan is a polysaccharide of the mannan family, which is very abundant in nature, especially in soft wood (hemicellulose), and roots. Glucomannan is a polysaccharide with a β -1,4 linked composed by two units of monomers, that is, D-glucose and D-mannose, in the ratio of 1:1,6. Besides from being a source of food, glucomannan can be used as edible film, and the metal ion adsorbents. The purpose of this research was to determine content and characterization of glucomannan from diverse species of talas (*Colocasia*) (by using two species: talas lubang, and talas hitam), iles-iles (*Amorphophalus oncophyllus*), high and low viscosity glucomannan flour. The glucomannan was extracted by water solvent, and then precipitated by using a 95% ethanol in the ratio of water to ethanol 1:4,5 v/v, and then freeze-dried for 48 hours. The dried material is milled and sieved, thus resulting are glucomannan purification results. Characterization of glucomannan performed by calculating the water content and using an infrared spectrophotometer. Characterization results of glucomannan for water content and Infrared spectra spectrophotometer for talas hitam, iles-iles, low viscosity glucomannan flour, and high viscosity glucomannan flour, respectively, they were 73.03%;867,97 cm^{-1} , 88,06%;875,58 cm^{-1} , 10,91%;873,75 cm^{-1} , 10,67%;877,61 cm^{-1} . Infrared spectra showed the existence of a β -1,4 linked from D-glucose and D-mannose.

Keyword: Glucomannan, Iles-Iles, Isolation, Talas.

Abstrak

Talas dan Iles-iles mempunyai manfaat yang besar untuk diolah menjadi bahan makanan sebagai substitusi karbohidrat. Salah satu komponen karbohidrat dalam talas-talasan adalah glukomanan. Glukomanan merupakan polisakarida yang memiliki ikatan β -1,4 tersusun dari dua macam monomer, yaitu D-glukosa dan D-manosa dengan perbandingan 1:1,6. Glukomanan telah banyak digunakan di Jepang, dan Cina sebagai sumber makanan. Selain dapat menjadi sumber makanan, aplikasi glukomanan dapat digunakan sebagai bahan edible film, bahan pembuat kapsul, pita seluloid, dan adsorben ion logam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk penentuan kadar dan mengkarakterisasi glukomanan dari beberapa spesies talas (*Colocasia*) (menggunakan dua spesies: talas lubang, dan talas hitam), iles-iles (*Amorphophalus oncophyllus*), tepung high viscosity glucomannan, dan tepung low viscosity glukomanan. Glukomanan diekstraksi dengan pelarut air, kemudian diendapkan menggunakan etanol 95% dengan perbandingan air dan etanol 95% 1:4,5 v/v. Endapan yang terbentuk kemudian dipisahkan dan dikeringkan, lalu dikarakterisasi dengan menghitung kadar air, dan menggunakan spektrofotometer inframerah. Untuk pengukuran kadar air talas hitam, iles-iles, tepung low viscosity glucomannan, dan tepung high viscosity glukomanan secara berurutan masing-masing adalah 73,03%, 88,06%, 10,91%, 10,67%. Dari spektra inframerah menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang untuk talas hitam, iles-iles, tepung low viscosity glucomannan, dan tepung high viscosity glukomanan secara berurutan masing-masing adalah 867,97 cm^{-1} , 875,58 cm^{-1} , 873,75 cm^{-1} , 877,61 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan β -1,4 dari D-manosa dan D-glukosa.

Kata Kunci : Glukomanan, Iles-Iles, Isolasi, Talas.

1. PENDAHULUAN

Talas merupakan sumber pangan yang penting karena selain merupakan sumber karbohidrat, protein, dan lemak, juga mengandung beberapa unsur mineral dan vitamin, sehingga dapat dijadikan bahan obat-obatan. Talas mempunyai manfaat yang besar untuk bahan makanan utama sebagai substitusi karbohidrat. Sebagai pengganti nasi, talas mengandung banyak karbohidrat dan protein yang terkandung dalam umbinya. Di beberapa daerah Indonesia sumber daya talas dan umbi-umbian merupakan makanan tambahan atau sebagai makanan pengganti terutama pada masa paceklik, contohnya adalah ubi jalar (*Ipomoea batatas*), ubi kayu (*Manihot esculenta*), talas (*Colocasia*), dan iles-iles (*Amorphophalus campanulatus*) (Wenda & Nangoi, 2020). Salah satu komponen karbohidrat utama dalam talas adalah glukomanan (Yanuriati *et al.*, 2017; Ekowati *et al.*, 2015; Saputro *et al.*, 2014). Glukomanan adalah senyawa polisakarida dari keluarga mannan, yang sangat berlimpah di alam, khususnya dalam kayu lunak (hemiselulosa), akar, umbi-umbian dan tanaman berkayu. Glukomanan merupakan polisakarida yang terikat dengan gugus asetil melalui ikatan β -1,4 dan β -1,6 glikosida pada D-glukosa dan D-manosa (Behera & Ray, 2017; Xiao *et al.*, 2000). Jenis glukomanan yang paling umum digunakan bernama *konjac* glukomanan, yang diekstrak dari umbi *Amorphophallus konjac* (Ishrud *et al.*, 2001; Horinaka *et al.*, 2016).

Menurut beberapa penelitian tentang glukomanan menunjukkan bahwa glukomanan memiliki banyak aplikasi di berbagai bidang, baik bidang pangan dan farmasi (Wardani *et al.*, 2021). Pada bidang farmasi, glukomanan merupakan makanan berserat yang rendah kalori, sehingga selain dapat mengurangi kolesterol darah, juga mampu memperlambat pengosongan perut sebagai pengganti agar-agar dan gelatin. Glukomanan dapat mempercepat rasa kenyang, sehingga cocok untuk makanan diet dan bagi penderita diabetes (Deng *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2019). Dalam industri makanan, glukomanan digunakan sebagai bahan tambahan untuk pengental, pembentuk gel, pengemulsi, penstabil, dan bahan pengikat air pada beberapa makanan seperti sup, mayones, dan selai (Yang *et al.*, 2017; Mulyono *et al.*, 2019). Glukomanan juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pasta dan mie, dikarenakan dapat mengikat air dalam jumlah besar (Dewi *et al.*, 2015).

Dalam beberapa dekade terakhir, metode untuk ekstraksi dan pemurnian glukomanan telah dipelajari dan dikembangkan. Glukomanan diekstrak baik dengan cara mekanis (melalui proses pengeringan) dan kimiawi (metode basah). Metode mekanis melibatkan penggilingan talas yang telah dikeringkan menjadi tepung, yang kemudian dimurnikan melalui pengayakan (Aryanti & Abidin, 2015). Metode kimiawi menggunakan pelarut etanol atau air untuk mengekstrak glukomanan dari tepung *konjac* glukomanan. Penelitian isolasi glukomanan dari umbi talas dan iles-iles telah dilakukan berdasarkan atas daya kelarutan glukomanan pada konsentrasi etanol secara bertingkat (60-80%) dan gaya sentrifugal untuk memisahkan pati dari glukomanan, dapat menghasilkan glukomanan dengan kemurnian sebesar 90% (Nurlela *et al.*, 2020).

Berdasarkan publikasi-publikasi penelitian sebelumnya glukomanan lebih banyak diekstrak dari tanaman talas. Iles-iles masih belum banyak dibudidayakan di Indonesia, karena waktu panennya yang lama. Iles-iles baru dapat dipanen setelah tahun kedua atau ketiga, sehingga perlu dicari sumber glukomanan yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi glukomanan dari beberapa spesies talas (*Colocasia*) (menggunakan dua spesies : talas lubang, dan talas hitam), iles-iles (*Amorphophalus oncophyllus*), tepung *high viscosity glucomannan*, dan tepung *low viscosity glucomannan*. Hasil isolasi kemudian dianalisis dengan menggunakan spektroskopi inframerah *transform fourier*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan untuk penelitian selanjutnya untuk digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk pembentuk gel, ataupun pembentuk lapisan film

2. METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kelompok Keilmuan (KK) Kimia Analitik Program Studi

Kimia FMIPA Institut Teknologi Bandung bertempat di Jalan Ganesha No 10 Bandung dimulai bulan Juli 2012 sampai dengan April 2013.

2.2 Alat dan Bahan

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung *high viscosity glucomannan*, dan tepung *low viscosity glucomannan* yang berasal dari PT Sanindo Putra. Berbagai varietas talas (*Colocasia*), yaitu talas lubang, talas hitam, dan iles-iles (*Amorphophalus oncophyllus*) yang berasal dari daerah Limbangan, Garut. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades, asam klorida, asam sulfat, etanol, fenol, natrium metabisulfit, standar D-glukosa, dan standar D-manosa.

Peralatan yang digunakan adalah peralatan gelas standar laboratorium kimia, digunakan pula beberapa peralatan lainnya yaitu: Pengaduk magnetik (Fisher[®]), corong *buchner*, *hot plate*, termometer, seperangkat alat distilasi, neraca analitis, alat sentrifugasi, oven, *rotary evaporation*, *freeze dried*, kertas saring.

2.3 Metode

2.3.1 Pembuatan tepung talas

Umbi talas yang masih segar dikuliti, dibersihkan, dan dipotong tipis-tipis dengan ketebalan 2-3 mm. Irisan talas tersebut ditimbang berat basahanya, kemudian direndam dalam 1% (w/v) natrium metabisulfit selama 1 menit, diikuti dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 40 menit. Keripik talas kemudian digiling menjadi tepung dan diayak menggunakan saringan, sehingga diperoleh tepung talas (425 μm) (Chua *et al.*, 2012).

2.3.2 Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Talas

Ekstraksi dilakukan terhadap talas yang telah ditepungkan dengan cara kimia metode maserasi menggunakan pelarut etanol. Pelarut yang digunakan adalah etanol, dikarenakan glukomanan dapat larut dengan mudah dengan air. Proses ekstraksi dilakukan untuk menarik senyawa glukomanan dari komponen lain yang terkandung dalam tepung talas. Tepung talas ditimbang sebanyak 2 gram, kemudian diaduk menggunakan stirer dalam 50% (v/v) etanol sebanyak 200 mL selama 90 menit pada suhu ruangan. Setelah diaduk, campuran tersebut disentrifugasi (5000 x g, 30 menit, 25°C) untuk memisahkan etanol. Endapan yang dihasilkan ditambahkan air suling sebanyak 200 mL, kemudian diaduk menggunakan *stirrer* selama 3 jam pada suhu ruangan. Larutan tersebut diencerkan sampai 400 mL dengan air suling, kemudian disentrifugasi (9000 x g, 30 menit, 25°C), sehingga akan terbentuk 2 lapisan yaitu supernatan dan endapan.

Proses sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan glukomanan dari komponen lain seperti pati berdasarkan prinsip kecepatan putaran sentrifugal (Septiawan *et al.*, 2021). Supernatan yang diperoleh dikurangi volumenya sampai $\sim 1/3$ volume asal dengan menggunakan *rotary evaporation*. Glukomanan yang terdapat dalam larutan diendapkan dengan 95% (v/v) etanol sebanyak 450 mL, kemudian disentrifugasi (9000 x g, 40 menit, 25°C). Penambahan etanol ke dalam supernatan bertujuan untuk mengendapkan senyawa glukomanan. Endapan yang dihasilkan dicuci dengan etanol anhidrat sebanyak dua kali (proses dehidrasi), kemudian diisolasi dengan filtrasi vakum, sebelum di *freeze-dried* selama 48 jam. Bahan yang telah kering digiling dan diayak sehingga dihasilkan tepung talas hasil pemurnian (Chua *et al.*, 2012).

2.3.3 Karakterisasi

Karakterisasi glukomanan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari glukomanan yang telah berhasil diekstraksi. Karakterisasi glukomanan dilakukan dengan menggunakan inframerah transformasi Fourier (FTIR) Shimadzu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Tepung Talas dan Ekstraksi Glukomanan

Umbi talas dan iles-iles diiris dan dikeringkan sehingga menjadi keripik talas. Keripik talas kemudian direndam dalam 1% (w/v) natrium metabisulfit selama 1 menit. Perendaman dengan natrium metabisulfit digunakan untuk pemucatan warna keripik talas. *Keripik talas* dikeringkan, digiling menjadi tepung, dan diayak sehingga diperoleh tepung talas (425 μm) (Chua *et al.*, 2012). Pada proses pemurnian glukomanan digunakan dua pelarut yang berbeda, yaitu etanol dan akuades.

Keripik talas yang telah dihaluskan selanjutnya ditambahkan dengan etanol (50% v/v), untuk proses pencucian menghilangkan pengotor seperti pati yang terlarut dan gula yang memiliki berat molekul rendah. Sampel kemudian masing-masing ditentukan nilai kadar air dan rendemennya seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil penelitian kadar air yang paling tinggi adalah iles-iles, yaitu sebesar 88,06%. Kadar air yang didapatkan pada talas hitam, talas lubang, dan iles-iles tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 7939:2013 mutu I, II, maupun II yaitu kadar mutu secara berurutan adalah $\leq 13\%$, $13 - <15\%$, $15 - 16\%$. Kadar air pada suatu bahan pangan dapat berpengaruh terhadap kualitas dan umur simpan bahan tersebut (Septiawan *et al.*, 2021).

Untuk nilai kadar air yang rendah dapat dilihat pada tepung *glucomannan high viscosity* dan tepung *glucomannan low viscosity*, yaitu sebesar 10,67% dan 10,91%. Nilai ini sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan SNI 7939:2013 untuk mutu I (Septiawan *et al.*, 2021). Setelah etanol dipisahkan menggunakan sentrifugasi, tepung talas kemudian ditambahkan akuades untuk mengekstrak glukomanan dari tepung talas. Penambahan etanol 95% pada larutan glukomanan digunakan untuk mengendapkan glukomanan. Glukomanan yang telah diisolasi, kemudian dikeringkan dalam *freeze dried* selama 48 jam. Dari hasil glukomanan yang didapatkan, talas lubang menghasilkan rendemen yang tidak terlalu besar. Sehingga, talas lubang tidak dapat diukur IR. Sampel kemudian masing-masing ditentukan nilai kadar air dan rendemennya seperti yang dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Kadar Air Dan Rendemen Untuk Masing-Masing Sampel

Varietas Talas	Kadar air/%	Rendemen/%
Talas hitam	73,03	1,22
Talas lubang	67,47	0,77
Iles – iles	88,06	19,33
Tepung <i>glucomannan low viscosity</i>	10,91	31,81
Tepung <i>glucomannan high viscosity</i>	10,67	26,42

3.2 Karakterisasi Glukomanan

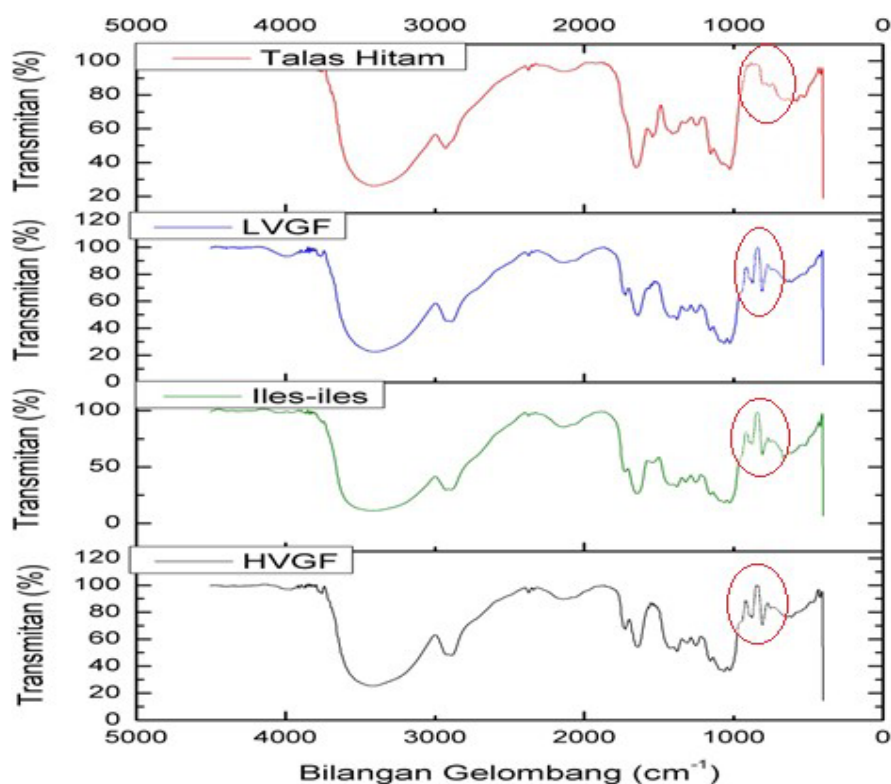
3.2.1 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Glukomanan adalah polisakarida non-ionik yang larut dalam air terdiri dari satuan unit β -D *mannopyranose* dan β -D *glucopyranose* dengan derajat yang rendah untuk gugus asetil pada posisi rantai samping C-6. Pengukuran spektroskopi inframerah digunakan untuk mengetahui keberadaan gugus fungsi dalam suatu molekul. Gambar I. menunjukkan spektrum inframerah dari iles-iles setelah isolasi, dan interpretasi data tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran Spektrum Inframerah Senyawa Iles-Iles Sesudah Isolasi.

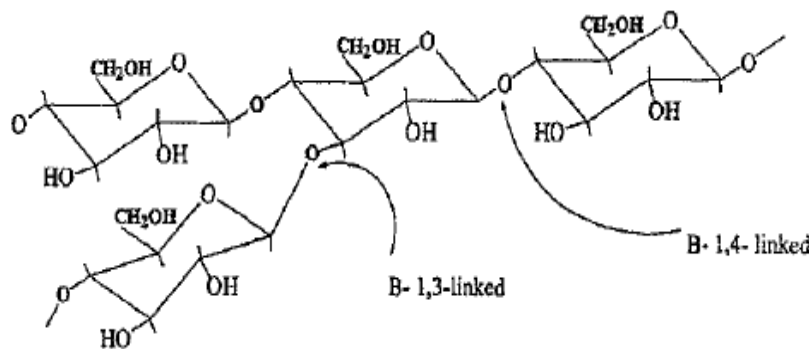
Bilangan Gelombang/ cm^{-1}	Bentuk puncak	Intensitas	Dugaan struktur/ Gugus fungsi
3415	lebar	kuat	regang O-H
2926	tajam	sedang	regang $-\text{CH}_2-$
1643	tajam	sedang	regang vibrasi gugus $\text{C}=\text{O}$
1381, dan 1060	tajam	sedang	regang C-H
1155, dan 1026	tajam	sedang	regang C-O-C
808,17 dan 875,58	tajam	sedang	β -glukosidik dan β -manosidik

Hasil analisa gugus fungsi glukomanan dengan menggunakan FTIR untuk sampel talas hitam, iles-iles, tepung *glucomannan high viscosity*, dan tepung *glucomannan low viscosity* ditunjukkan dengan adanya serapan pada pita gelombang $867,97\text{cm}^{-1}$, $875,58\text{cm}^{-1}$, $873,75\text{cm}^{-1}$, dan $877,61\text{cm}^{-1}$ yang merupakan gugus β -glukosidik dan β -manosidik yang merupakan penyusun glukomanan. Dari hasil penelitian sebelumnya untuk hasil gugus fungsi glukomanan dengan menggunakan FTIR didapatkan hasil serapan pada pita gelombang $810,10\text{cm}^{-1}$ dan $875,68\text{cm}^{-1}$ yang merupakan gugus manosa dan glukosa dalam β -pyranosa (Septiawan *et al.*, 2021). Dari hasil analisis spektroskopi inframerah, terlihat bahwa masing-masing sampel memiliki puncak yang lebar pada bilangan gelombang $\sim 3400\text{cm}^{-1}$ yang merupakan regang O-H. Hal ini konsisten dengan pustaka Nurlela *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa spektrum glukomanan didominasi oleh pita spektral yang berkaitan dengan vibrasi ulur gugus O-H dan air pada rentang $3315\text{-}3320\text{cm}^{-1}$.



Gambar I. Spektrum inframerah untuk talas hitam, tepung glukomanan *low viscosity* (LVGF), iles-iles, dan tepung glukomanan *high viscosity* (HVGF).

Puncak $\sim 2900\text{cm}^{-1}$ merupakan puncak regang vibrasi untuk $-\text{CH}_2-$. Pada bilangan gelombang $\sim 1381\text{cm}^{-1}$, dan $\sim 1060\text{cm}^{-1}$ merupakan regang untuk C-H. Puncak kecil pada $\sim 1700\text{cm}^{-1}$ merupakan regang vibrasi untuk gugus $\text{C}=\text{O}$. Puncak regang vibrasi untuk gugus karbonil glukomanan pada penelitian ini didapatkan pada bilangan gelombang 1643cm^{-1} , dari penelitian sebelumnya dilaporkan pada bilangan gelombang 1730cm^{-1} (Septiawan *et al.*, 2021). Puncak karbonil pada talas hitam intensitasnya lebih tinggi dibandingkan sampel yang lain, hal ini dikarenakan jumlah gugus asetil pada talas hitam lebih banyak. Glukomanan memiliki gugus asetil setiap 10-19 unit gugus karbon pada posisi C2, C3 dan C6. Gugus asetil berperan pada sifat fisikokimia glukomanan seperti sifat kelarutan glukomanan dalam air panas maupun air dingin (Parry, 2011).



Gambar 2. Struktur Glukomanan (Dave & McCarthy, 1997).

Pita serapan pada bilangan gelombang 1155-1016 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C-O-C bahwa gugus fungsi C-O-C terdapat pada bilangan gelombang 1020 cm^{-1} dan serta serapan ikatan C-O-C memberikan serapan pada rentang bilangan gelombang 1000-1300 cm^{-1} . Pita serapan pada daerah bilangan gelombang 1016,37 cm^{-1} dan panjang gelombang 1016,77 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C-O-C (ikatan glikosidik). Menurut Widjanarko *et al.* (2015) menunjukkan bahwa gugus fungsi C-O-C berada pada bilangan gelombang sekitar 1027 cm^{-1} . Pita serapan pada panjang gelombang 848,60 cm^{-1} (CK) dan panjang gelombang 842,92 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan vibrasi tekuk -CH.

Puncak untuk hubungan β -1, 4 glukosidik dan β -1, 4 manosidik di glukomanan ditunjukkan pada bilangan gelombang $\sim 1251 \text{ cm}^{-1}$, $\sim 1155 \text{ cm}^{-1}$, dan $\sim 1026 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak untuk regang C-O-C dari gugus eter pada cincin piranosa. Puncak untuk ikatan β -glukosidik dan β -manosidik dapat dilihat pada bilangan gelombang $\sim 808,17$ dan $\sim 875,58 \text{ cm}^{-1}$. Manosa dan glukosa memiliki puncak yang karakteristik pada bilangan gelombang masing-masing sekitar 814 dan 873 cm^{-1} (Septiawan *et al.*, 2021).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa spektra inframerah menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang untuk talas hitam, iles-iles, tepung *low viscosity glucomannan*, dan tepung *high viscosity glucomannan* secara berurutan masing-masing adalah 867,97 cm^{-1} , 875,58 cm^{-1} , 873,75 cm^{-1} , 877,61 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan β -1,4 dari D-manosa dan D-glukosa yang merupakan penyusun senyawa glukomanan.

Penelitian dengan topik pemanfaatan *konjac* glukomanan masih dapat dikembangkan untuk untuk mendapatkan glukomanan dengan kadar yang lebih besar lagi. Perlu dilakukan pengukuran 2D NMR untuk lebih meyakinkan bentuk struktur yang diperoleh. Perlu penelitian dan pengembangan lebih lanjut supaya glukomanan lebih bermanfaat lagi secara luas, terutama dalam bidang industri makanan dan farmasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan kepada Bapak Dr. Aminudin Sulaeman yang telah membantu penelitian ini, dan kepada Departemen Kimia yang telah memberikan fasilitas pada pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- An, N. T., Thien, D. T., Dong, N. T., Dung, P. L., & Du, N. V. (2010). Characterization of glucomannan from some *Amorphophallus* species in Vietnam. *Carbohydrate Polymers*, 80: 308–311.
- Aryanti, N., & Abidin, Y. K. (2015). Ekstraksi Glukomanan dari Porang Lokal. *METANA*, 11(01), 21–30.
- Behera, S. S., & Ray, R. C. (2017). Nutritional and potential health benefits of konjac glucomannan, a promising polysaccharide of elephant foot yam, *Amorphophallus konjac* K. Koch: A review. *Food Reviews International*, 33(1): 22–43. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1137310>

- Chua, M., Chan, K., Hocking, T. J., Williams, P. A., Perry, C. J., & Baldwin, T. C. (2012). Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. *Carbohydrate Polymers*, 87(3), 2202-2210.
- Dave, V. & McCarthy, S. P. (1997). Review of Konjac Glucomannan. *Journal of Environmental Polymer Degradation*, Vol. 5, No. 4.
- Deng, J., Zhong, J., Long, J., Zou, X., Wang, D., Song, Y., Zhou, K., Liang, Y., Huang, R., Wei, X., Li, M., & Sun, Y. (2020). Hypoglycemic effects and mechanism of different molecular weights of konjac glucomannans in type 2 diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165(Part B), 2231–2243. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.021>
- Horinaka, J. ichi, Okamoto, A. and Takigawa, T. (2016). Rheological characterization of konjac glucomannan in concentrated solutions. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(2), 220–225. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9296-6>
- Ishrud, O., Zahid, M., Viqar, U.A., & Pan, Y.-J. (2001). Isolation and structure analysis of a glucomannan from the seeds of Libian dates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8: 3772–3774.
- Mulyono, E., Risfaheri, Misgiyarta, A.W, Permana, & F. Kurniawan. (2009). Teknologi produkdi tepung mannan dari umbi iles-iles (*Amorphophallus onchopyllus*) yang dapat menghasilkan rendemen 85% dan derajat putih 80%. Makalah pada Seminar Hasil Penelitian SINTATA.
- Nurlela, N., Andriani, D., & Arizal, R. (2020). Ekstraksi Glukomanan dari tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan Etanol. *Jurnal Ilmiah Berkala Sains dan Terapan Kimia*, 14(2).
- Parry, J. M. (2011). *Konjac Glucomannan In: Alan Imeson (ed). Food Stabilizer, thickeners, and gelling agents. United Kingdom. A John Wiley and Sons, Ltd, pp 198-216.*
- Saputro, E.A., Lefiyanti, O., & Mastuti, E. (2014). Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan Proses Ekstraksi/Leaching dengan Larutan Etanol. *Simposium Nasional RAPI XIII*.
- Septiawan, A. R., Darma, G. C. E., & Aryani, R. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume.) sebagai Bahan Pengikat Tablet. *Prosiding Farmasi*, 508-515.
- Wang, J., Chen, X., Zhang, C., Akbar, A. R., Shi, Z., Yang, Q., & Xiong, C. (2019). Transparent konjac glucomannan/cellulose nanofibril composite films with improved mechanical properties and thermal stability. *Cellulose*, 26, 3155-3165.
- Wardani, N. E., Subaidah, W. A., & Muliastuti, H. (2021). Ekstraksi dan Penetapan Kadar Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Metode DNS: Extraction and Determination of Glucomannan Contents from Porang Tuber (*Amorphophallus muelleri* Blume) Using DNS Method. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(3), 383-391.
- Wenda, M., & Nangoi, R. (2020). Talas Plant Cultivation Techniques (*Colocasia esculenta* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 1(1), 5-7.
- Widjanarko, S. B., Widyastuti, E., & Rozaq, F. I. (2015). The Effect of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Milling Time Using Ball Mill (Cyclone Separator) Method Toward Physical and Chemical Properties of Porang Flour. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 867–877.
- Xiao, Ch., Gao, S., Wang, H., & Zhang, L. (2000). Blend films from chitosan and konjac glucomannan solutions. *Journal of Applied Polymer Science*, 4: 509–515.
- Yang, D., Yuan, Y., Wang, L., Wang, X., Mu, R., Pang, J., ... & Zheng, Y. (2017). A review on konjac glucomannan gels: Microstructure and application. *International journal of molecular sciences*, 18(11), 2250.
- Yanuriati, A., Marseno, D.W., Rochmadi and Harmayani. E., 2017. Characteristics of Glucomannan isolated from Fresh Tuber of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Carbohydrate Polymers*, 156, pp.56-63.

