

EKSTRAKSI GLUKOMANAN DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*) DENGAN KOMBINASI PERLAKUAN WAKTU EKSTRAKSI DAN ANTI-SOLVENT

*Glucomannan Extraction from Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Flour with a Combination of Extraction Time and Anti-Solvent Treatment*

Fikratul Ihsan, Anna Anggraini*, dan Hanifah Ulfa Azzahro

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lancang Kuning, Riau

* annaanggraini@unilak.ac.id

ABSTRACT

Exports of porang tubers form glucomannan are more economically valuable than form of chips. Glucomannan is a water-soluble fiber that can be extracted using polar solvents and precipitated using non-polar anti-solvents. Selecting the best extraction time and using the anti-solvent ratio could increased the yield of glucomannan. The used of anti-solvent Isopropyl alcohol (IPA) had a lower dielectric constant compared to ethanol, so it is more non-polar. An aim of this research was to obtain the best yield from a combination of extraction time treatment and the ratio of IPA as anti-solvent. The design used was a randomized complete factorial design (RALF) with two levels that is extraction time (1, 2 and 3 hours) and the ratio of porang flour to isopropyl alcohol (1:10, 1:15 and 1:20). The results showed that the interaction of extraction time and IPA anti-solvent ratio had a significant effect on the yield of glucomannan. The interaction of the 2 hour extraction time treatment with the anti-solvent ratio (1:15) produced the best glucomannan yield that is 66.69%. The results of FTIR testing of porang flour and glucomannan extraction results showed a shift in the wave number for each vibration, especially in the fingerprint area. C-H vibrations from β -glycosidic and β -manosidic bonds resulting from glucomannan extraction were detected at wave numbers 806.25 cm^{-1} and 875.68 cm^{-1} .

Keywords: glucomannan, porang flour, extraction time, isopropyl alcohol (IPA)

ABSTRAK

Ekspor umbi porang dalam bentuk glukomanan lebih bernilai ekonomis dibandingkan dalam bentuk chips. Glukomanan merupakan serat larut air yang dapat diekstrak menggunakan pelarut polar dan diendapkan menggunakan anti-solvent bersifat non-polar. Pemilihan waktu ekstraksi dan penggunaan anti-solvent yang tepat mampu meningkatkan hasil rendemen. Penggunaan anti-solvent Isopropil Alkohol (IPA) memiliki konstanta dielektrik yang lebih rendah dibandingkan dengan etanol,

sehingga lebih bersifat non polar. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rendemen terbaik dari kombinasi perlakuan waktu ekstraksi dan rasio anti-solvent IPA. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan dua taraf yakni waktu ekstraksi (1, 2 dan 3 jam) dan rasio perbandingan tepung porang dengan isopropil alkohol (1:10, 1:15 dan 1:20). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi perlakuan waktu ekstraksi dan rasio anti-solvent IPA berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen glukomanan. Interaksi perlakuan waktu ekstraksi 2 jam dengan rasio anti-solvent (1:15) menghasilkan rendemen glukomanan terbaik yakni 66,69%. Hasil pengujian FTIR terhadap tepung porang dan hasil ekstraksi glukomanan menunjukkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang untuk setiap getaran terutama pada daerah sidik jari. Vibrasi C-H dari ikatan β -glikosidik dan β -manosidik hasil ekstraksi glukomanan terdeteksi pada bilangan gelombang 806,25 cm^{-1} dan 875,68 cm^{-1} .

Kata Kunci: glukomanan, tepung porang, waktu ekstraksi, isopropil alkohol (IPA)

*Submit: 2 November 2023 * Revisi: 15 November 2023 * Accepted: 16 November 2023 * Publish: 23 November 2023*

PENDAHULUAN

Indonesia menargetkan peningkatan produksi porang sebesar 23,67% pada tahun 2020-2024 dengan potensi ekspor sebesar 92.000 ton chips kering [1]. Permintaan terhadap umbi porang terus meningkat, hal ini dikarenakan umbi porang memiliki kandungan glukomannan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan (BTP) dan memiliki sifat fungsional saat dikonsumsi. Ekspor umbi porang dalam bentuk glukomanan lebih dinilai ekonomis dibandingkan dalam bentuk chip kering.

Glukomanan merupakan polisakarida golongan mannan yang tersusun atas rantai utama linear β -1-4-D-manosa dengan cabang 1,4- β -D-glukosa. Pada industri pangan, glukomannan diaplikasikan sebagai bahan tambahan pangan (BTP) meliputi bahan pengental dan pembentuk gel [2]. Kemampuan glukomanan dalam mengikat air dimanfaatkan untuk menggantikan peran gluten dalam berbagai produk yang telah

dilaporkan seperti pembuatan muffin mocaf [3] dan mie [4]. Glukomanan juga dilaporkan memiliki kemampuan untuk meningkatkan sensitivitas insulin sehingga dapat mengontrol gula darah [5].

Glukomanan dapat diekstrak dari umbi porang ataupun tepung porang. Metode ekstraksi yang digunakan akan memengaruhi rendemen dan tingkat kemurnian dari glukomanan. Penggunaan anti-solvent pada tahap ekstraksi glukomanan bertujuan untuk menurunkan kelarutan glukomanan terhadap pelarut air. Air akan ditarik oleh anti-solvent, sehingga glukomanan yang memiliki molekul besar akan mengendap [6]. Pemilihan anti-solvent yang tepat dengan perbandingan rasio yang tepat akan meningkatkan rendemen dan kemurnian glukomannan.

Etanol merupakan anti-solvent paling sederhana yang digunakan untuk menarik air pada tahap ekstraksi glukomanan. Kelemahan penggunaan etanol yakni kurang efisien karena memerlukan waktu ekstraksi yang lebih lama untuk menarik air sampai akhirnya

glukomanan dapat mengendap [7]. Penggunaan anti-solvent berupa senyawa isopropil alkohol dinilai lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan etanol dan metanol, hal ini dikarenakan isopropil alkohol memiliki konstanta dielektrik lebih rendah. Penggunaan isopropil alkohol sebagai anti-solvent tidak bersifat toksik dan aman untuk dikonsumsi dibandingkan dengan metanol.

Lama waktu ekstraksi akan memengaruhi jumlah rendemen glukomanan, karena semakin lama waktu ekstraksi maka semakin lama waktu pelarut kontak dengan glukomanan. Semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin banyak rendemen glukomannan yang dihasilkan dari tepung biji salak [6]. Kombinasi penggunaan isopropil alkohol sebagai anti-solvent dengan waktu ekstraksi untuk mendapatkan rendemen glukomanan terbaik dari umbi porang belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian dengan judul “Ekstraksi Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan Kombinasi Waktu Ekstraksi dan Perlakuan Anti-Solvent” perlu untuk dilakukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk tahap ekstraksi glukomanan adalah tepung glukomanan komersil, akuades dan Isopropyl alkohol. Alat yang digunakan pada tahap ekstraksi glukomanan adalah gelas piala 100 mL (Pyrex), erlenmeyer 250 mL, neraca analitik FS-AR210 (Fujitsu), hot plate, termometer, batang pengaduk, kertas saring, spektrofotometer FTIR, alat sentrifugasi dan kabinet dryer.

Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang

Tepung porang ditimbang sebanyak 50 gram dan ditambahkan air akuades sebanyak 1 L, dihomogenkan menggunakan blender dan dipanaskan pada suhu 80°C dengan perlakuan (1, 2 dan 3 jam). Dilakukan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit hingga terbentuk lapisan terpisah berupa supernatan dan residu. Supernatan diambil dan ditambahkan isopropyl alkohol 96% sambil diaduk secara konsisten dengan perbandingan 1:10, 1:15 dan 1:20, kemudian di simpan dalam lemari pendingin selama 24 jam.

Endapan yang diperoleh dipisahkan menggunakan penyaring vakum untuk selanjutnya dilakukan tahapan pengeringan menggunakan oven pengering pada suhu 50°C selama 24 jam. Glukomanan hasil ekstraksi dihitung rendemen dan diidentifikasi gugus fungsionalnya menggunakan spektrofotometer FT-IR.

Analisis Data

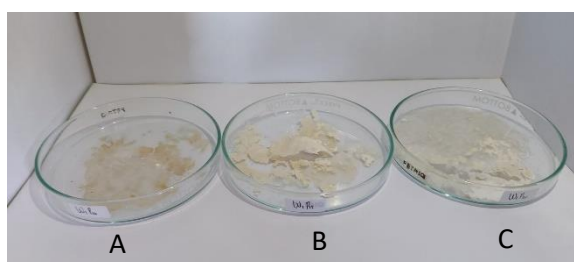
Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua ulangan. Penentuan pengaruh kombinasi perlakuan dianalisis statistik dengan *Generalized Linear Model* (GLM) faktorial dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) *Duncan* pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Warna Glukomanan

Glukomanan hasil ekstraksi (Gambar 4.1) memiliki warna

kecokelatan hingga putih seiring dengan meningkatnya rasio anti-solvent yang digunakan. Penggunaan anti-solvent 2-propanol (IPA) lebih efektif dalam menghilangkan senyawa pengotor yang terdapat pada tepung porang termasuk pati dan karoten [8]. Karoten dan tanin merupakan pigmen yang terdapat secara alami pada umbi porang, kedua pigmen ini berperan dalam pembentukan warna cokelat pada tepung porang yang tentu tidak diinginkan.

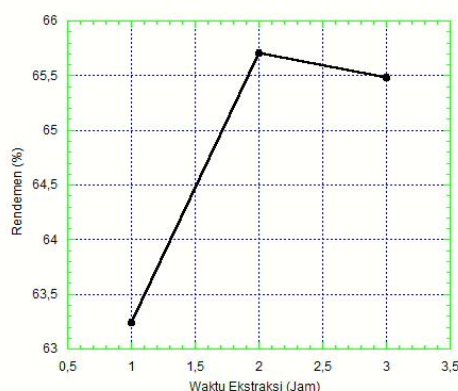


Gambar 1. Warna glukomanan hasil ekstraksi pada waktu ekstraksi A= rasio anti solvent 1:10, B= rasio anti solvent 1:15 dan C= rasio anti solvent 1:20

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa meningkatnya rasio anti-solvent yang digunakan menyebabkan warna glukomanan bubuk yang dihasilkan menjadi lebih putih. Hal ini diduga karena semakin banyaknya senyawa pengotor terutama pati dan karoten yang mampu diikat oleh anti-solvent IPA. Glukomanan yang memiliki warna lebih putih atau cerah tentu lebih disukai dalam pengaplikasiannya pada industri pangan karena tidak akan memengaruhi warna produk yang dihasilkan. Penggunaan glukomanan sebagai Bahan Tambahan Pangan (BTP) pada industri pangan digunakan dalam konsentrasi kecil, meskipun digunakan dalam konsentrasi kecil terjadinya perubahan warna produk akibat ditamahnya glukomanan tentu tidak diharapkan oleh produsen pangan.

Pengaruh Perlakuan Waktu Ekstraksi terhadap Hasil Rendemen Glukomanan

Waktu merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam tahapan ekstraksi karena mampu menekan biaya dan memengaruhi rendemen glukomanan yang dihasilkan. Hasil analisis GLM terhadap rendemen glukomanan, menunjukkan bahwa perlakuan waktu berpengaruh nyata terhadap rendemen yang dihasilkan. Kurva pengaruh perlakuan waktu ekstraksi terhadap hasil rendemen glukomanan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Hasil Rendemen Glukomanan

Berdasarkan Gambar 2 Hasil rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan 2 jam waktu ekstraksi yakni sebesar 65,71%. Semakin meningkatnya waktu ekstraksi yang dilakukan menyebabkan penurunan hasil rendemen secara tidak signifikan yakni menjadi 65,48%. Hal ini diduga dikarenakan terjadinya degradasi glukomanan menjadi senyawa yang lebih sederhana yang diakibatkan oleh waktu ekstraksi, suhu dan kondisi asam [9]. Suhu yang digunakan pada penelitian ini yakni 80°C merupakan suhu terbaik untuk mendapatkan rendemen glukomanan tertinggi dari umbi gembili [10]. Semakin

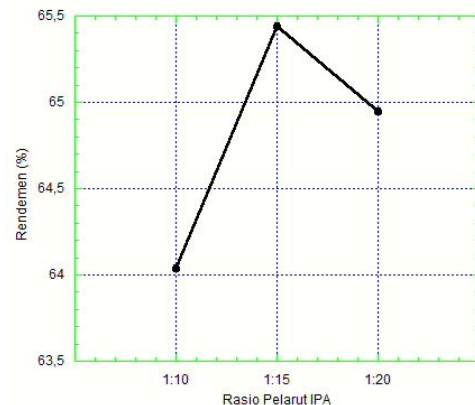
lama waktu ekstraksi mampu meningkatkan suhu ekstraksi. Pada suhu $>80^{\circ}\text{C}$ terjadi penurunan kadar glukomanan akibat terjadinya gelatinisasi yang menyebabkan rusaknya struktur glukomanan dan terurai menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana [11]. Berdasarkan hasil penelitian untuk mendapatkan rendemen tertinggi maka ekstraksi glukomanan dilakukan selama 2 jam pada suhu 80°C .

Terjadi penurunan rendemen setelah dilakukan ekstraksi selama 1 jam menggunakan metode hidrolisis [12]. Penurunan hasil rendemen dikarenakan glukomanan yang merupakan polisakarida mengalami degradasi menjadi oligosakarida dan monosakarida berupa glukosa dan manosa yang memiliki berat molekul lebih rendah. Karbohidrat dengan berat molekul rendah seperti oligosakarida dan monosakarida memiliki polaritas yang tinggi atau mudah larut, sehingga pada saat ditambahkan anti-solvent seperti etanol dan IPA menyebabkan semakin banyak senyawa terlarut dibandingkan senyawa yang mengendap (glukomanan).

Pengaruh Perlakuan Rasio Anti-solvent terhadap Hasil Rendemen Glukomanan

Ekstraksi menggunakan volume pelarut yang tepat menjadi salah satu titik kritis untuk mengurangi biaya dan meningkatkan hasil rendemen (Yang *et al.*, 2013). Pada penelitian ini anti-solvent yang digunakan adalah Isopropyl Alcohol (IPA). Hasil uji Duncan ($\alpha=5\%$) terhadap perlakuan rasio berat sampel: anti-solvent menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil rendemen secara signifikan dari perlakuan rasio 1:10 dengan perlakuan rasio anti-solvent 1:15, namun mengalami penurunan yang tidak signifikan pada rasio anti-solvent 1:20.

Kurva pengaruh perlakuan rasio anti-solvent terhadap hasil rendemen glukomanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Rasio Anti-solvent IPA terhadap Hasil Rendemen Glukomanan

Berdasarkan Gambar 3 hasil rendemen glukomanan tertinggi diperoleh pada perlakuan rasio 1:15 yakni sebesar 65,44%. Penambahan rasio anti-solvent (1:20) menyebabkan terjadinya penurunan hasil rendemen menjadi 64,95%. Semakin meningkat rasio anti-solvent IPA yang ditambahkan pada pelarut hingga perbandingan 1:19 mampu meningkatkan rendemen glukomanan menjadi 45,16% [11]. Hal ini dikarenakan semakin banyak air dan senyawa dengan berat molekul rendah yang diikat oleh anti-solvent, sehingga glukomanan yang memiliki berat molekul besar dapat mengendap [11]. Namun hasil penelitian menunjukkan hal yang berbeda.

Penambahan rasio anti-solvent (1:20) menyebabkan terjadinya penurunan rendemen yang dihasilkan. Hal ini diduga dikarenakan anti-solvent memiliki titik jenuh dalam mengikat pelarut (air) dan senyawa pengotor lainnya, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan rendemen glukomanan yang dihasilkan. Terjadi penurunan hasil rendemen glukomanan

yang dihasilkan seiring dengan meningkatnya rasio anti-solvent IPA yang digunakan, rasio 1:8 merupakan rasio terbaik yang dilaporkan untuk mendapatkan rendemen tertinggi yakni sebesar 76,10% [7]. Hasil rendemen yang diperoleh lebih rendah dikarenakan pada penelitian ini tidak dilakukan ekstraksi bertingkat. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diperoleh perbandingan berat sampel:volume anti-solvent terbaik yakni pada perlakuan rasio 1:15.

Interaksi Waktu Ekstraksi dan Rasio Anti-Solvent IPA

Hasil analisis GLM terhadap rendemen glukomanan, menunjukkan interaksi perlakuan waktu dan rasio anti solvent berpengaruh nyata terhadap rendemen yang dihasilkan. Hasil rendemen glukomanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen hasil ekstraksi glukomanan

Waktu Ekstraksi (jam)	Rasio Anti-solvent IPA	Rendemen (%)
1 (W1)	1:10 (A1)	62,87±0,42 ^a
	1:15 (A2)	62,94±1,00 ^a
	1:20 (A3)	63,92±0,30 ^{ab}
2 (W2)	1:10 (A1)	64,98±0,05 ^{bc}
	1:15 (A2)	66,69±0,20 ^d
	1:20 (A3)	65,47±0,93 ^c
3 (W3)	1:10 (A1)	64,29±0,25 ^{bc}
	1:15 (A2)	66,69±0,71 ^d
	1:20 (A3)	65,46±0,32 ^c

*^{a-d}Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda, berbeda nyata ($p < 0.05$, 2-tailed)

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan W₂A₂ dan W₃A₂ sebesar 66,69% pada suhu 80°C. Penggunaan anti-solvent Isopropyl Alcohol (IPA)

lebih efektif dalam mengikat senyawa pengotor glukomanan karena polaritasnya yang lebih rendah dibandingkan etanol dan air. Senyawa pengotor seperti asam oksalat, pati terlarut, karoten, protein terlarut dan senyawa dengan berat molekul rendah lainnya memiliki polaritas yang rendah sehingga dibutuhkan senyawa anti-solvent dengan tingkat kepolaran rendah untuk mengikat senyawa tersebut [13]. Hal inilah yang menyebabkan kemurnian glukomanan yang diekstrak menggunakan anti-solvent IPA memiliki tingkat kemurnian yang tinggi.

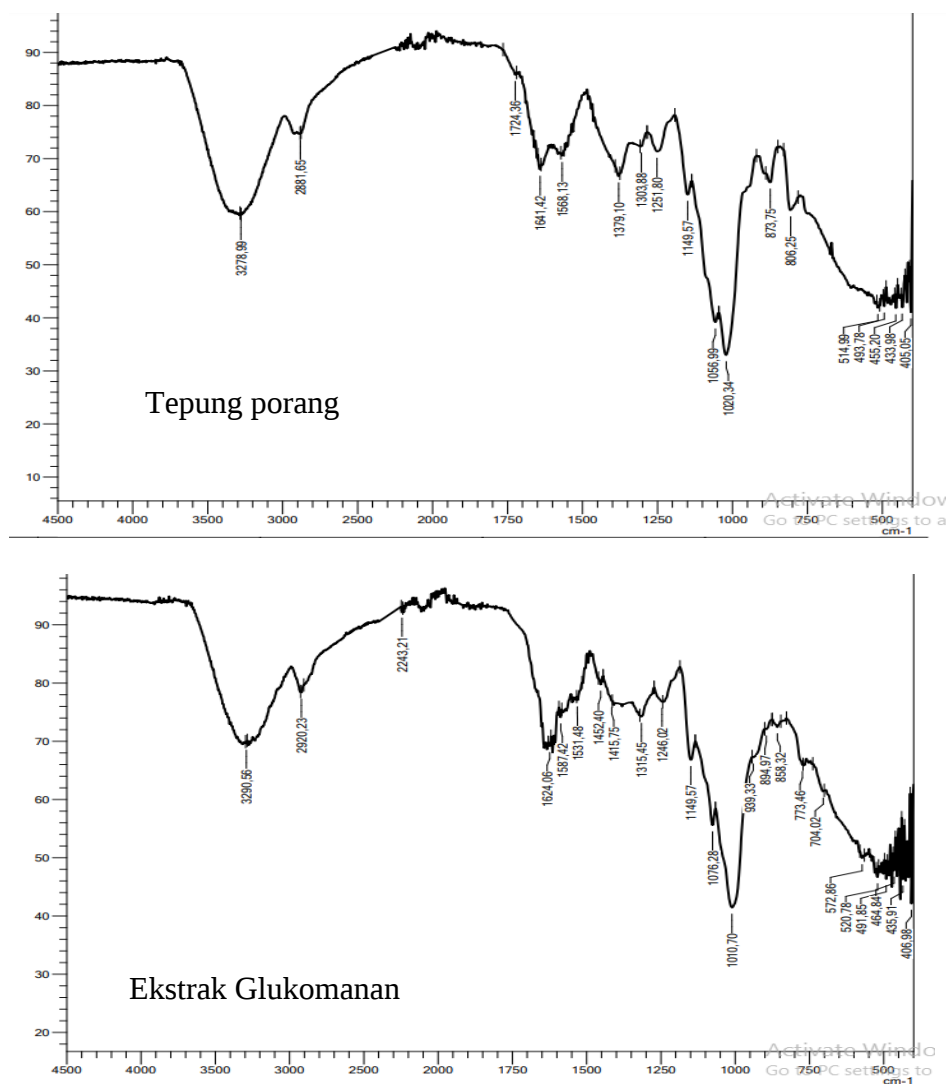
Ekstraksi menggunakan etanol 96% menghasilkan rendemen tertinggi yakni 51,99%, namun rasio berat sampel dan etanol yang digunakan tidak dijelaskan pada penelitian tersebut [14]. Hasil rendemen yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi, hal ini membuktikan bahwa penggunaan IPA sebagai anti-solvent lebih efektif dibandingkan etanol. Isopropil alkohol (IPA) yang digunakan sebagai anti-solvent memiliki konstanta dielektrik yang lebih rendah dibandingkan dengan etanol, sehingga lebih bersifat non polar [6]. Sifat non-polar isopropil alkohol membuat glukomanan dapat mengendap lebih cepat dibandingkan penggunaan etanol. Rendemen terbaik diperoleh dari perlakuan waktu ekstraksi selama 3 jam dan rasio anti-solvent IPA (1:19 w/v) yakni sebesar 45,167% [11].

Analisa Gugus Fungsional

Analisis gugus fungsional tepung porang dan ekstrak glukomanan dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR pada bilangan gelombang 3500-400 cm⁻¹. Bilangan gelombang FTIR terbagi menjadi daerah gugus fungsional yang berada pada panjang gelombang 4000-1400 cm⁻¹ dan

daerah sidik jari yang berada pada panjang gelombang 1400-400 cm^{-1} . Daerah gugus fungsional terbentuk akibat vibrasi dua atom yang dipengaruhi oleh masa atom yang berikatan, sedangkan pada daerah sidik jari setiap atom dalam

satu molekul memiliki kemampuan untuk saling memengaruhi sehingga menghasilkan pita-pita serapan yang khas [15]. Spektrum FTIR tepung porang dan ekstrak glukomanan di tunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum FTIR Glukomanan

Berdasarkan hasil spektrum yang diperoleh terjadi pergeseran bilangan gelombang yang teramati pada tepung porang dan ekstrak glukomanan terutama pada daerah sidik jari. Pada daerah sidik jari terdeteksi bilangan gelombang sebagai penanda pita glukosa-manosa yang merupakan monomer penyusun

glukomanan. Pada ekstrak glukomanan daerah sidik jari menunjukkan adanya vibrasi C-H dari ikatan β -glikosidik dan β -manosidik terdeteksi pada bilangan gelombang 806,25 cm^{-1} dan 873,75 cm^{-1} . Hasil penelitian sesuai dengan penelitian yang melaporkan bahwa pada bilangan gelombang 808,12 cm^{-1} dan 875,62 cm^{-1}

[16], $810,33\text{ cm}^{-1}$ dan $870,37\text{ cm}^{-1}$ [14] dan pada $808,12\text{ cm}^{-1}$ dan $875,62\text{ cm}^{-1}$ [17] menunjukkan adanya vibrasi C-H dari ikatan glikosidik tipe β antara glukosa dan manosa yang merupakan penyusun glukomanan.

Pada tepung porang terdeteksi adanya pada bilangan gelombang $858,32\text{ cm}^{-1}$ dan $894,97\text{ cm}^{-1}$. bilangan gelombang khas β -piranosa terletak pada $810-900\text{ cm}^{-1}$ [18]. Pergeseran bilangan gelombang ini diduga dikarenakan glukomanan hasil ekstraksi yang

diperoleh memiliki kadar glukomanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung porang, sehingga peak penanda glukosa dan manosa terlihat lebih tajam [19]. Hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa terdapat beberapa gugus fungsional penyusun glukomanan yang menandakan bahwa hasil ekstraksi yang diperoleh merupakan glukomanan. Gugus fungsional yang terdeteksi pada panjang gelombang $400-4000\text{ cm}^{-1}$ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Gugus Fungsional Glukomanan

Jenis vibrasi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
	Glukomanan hasil ekstraksi	Tepung porang
C-H (ikatan glikosidik tipe β)	806,25; 873,75	858,32; 894,97
C-O-C (gugus asetil)	1020,34	1010,70
C-OH (gugus aldehyd)	1056,99; 1149,57; 1251,80	1076,28; 1149,57; 1246,02
C=C aromatik	-	1452,40
C=O (gugus asetil)	1641,42; 1724,36	1624,06
OH (gugus hidroksil)	3278,99	3290,56

Pada spektrum FTIR tepung porang dan hasil ekstraksi terdeteksi gugus asetil berupa vibrasi C-O-C dan C=O, gugus aldehyd berupa vibrasi C-OH, gugus hidroksil berupa vibrasi -OH yang merupakan gugus fungsional penyusun glukomanan. Glukomanan terdiri atas gugus asetil setiap 10-19 unit atom karbon penyusunnya pada posisi atom C2, C3 dan C6 [18]. Gugus asetil berupa vibrasi C-O-C pada bilangan gelombang $1000-1050\text{ cm}^{-1}$ dan vibrasi C=O pada bilangan $1850-1630\text{ cm}^{-1}$, sedangkan gugus aldehyd yang merupakan penyusun glukosa dan manosa terdeteksi pada bilangan gelombang $1050-1250\text{ cm}^{-1}$ dan gugus hidroksil berupa vibrasi -OH terdeteksi pada bilangan gelombang $3000-3700\text{ cm}^{-1}$. Hasil spektrum tepung porang mendeteksi adanya vibrasi C=C

aromatik pada panjang gelombang $1452,40\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan senyawa hidrokarbon, sedangkan pada hasil ekstraksi tidak terdeteksi. Hal ini diduga dikarenakan pada tepung porang masih terdapat kandungan senyawa lain karena tidak melalui proses ekstraksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perlakuan waktu ekstraksi, rasio anti-solvent IPA dan interaksi kedua perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen glukomanan. Interaksi perlakuan waktu ekstraksi 2 jam dengan rasio anti-solvent (1:15)

menghasilkann rendemen glukomanan terbaik yakni sebesar 66,69%. Hasil pengujian FTIR terhadap tepung glukomanan dan hasil ekstraksi menunjukkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang secara keseluruhan terutama pada daerah sidik jari terdeteksi adanya vibrasi C-H dari ikatan glikosidik tipe β .

Saran

Penulis menyarankan untuk melakukan pengujian tingkat kemurnian glukomanan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kementan [Kementerian Pertanian]. 2021. Perluasan Lahan dan Hilirisasi Industri menjadi Titiak Awal Pengembangan Tanman Porang. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/2983/perluasan-lahan-dan-hilirisasi-industri-menjadi-titik-awal-pengembangan-tanaman-porang> (diakses 20 Januari 2023).
- [2]. Song, Q., Wu, L., Li, S, Zhao, G., Cheng, Y., and Zhou, Y. Aggregation of Konjac Glucomannan by Ethanol Under Low Alkali Treatment. *Food Chemistry*. 2022. 10(15): 1-10.
- [3]. Dewi, P, S., Ulandari, D., and Susanto, D, S. Effect of Glucomannan addition on Physical and Sensory Characteristic of Gluten-free Muffin from Modified Cassava Flour and Maize Flour. *International Conference on Green Agro-Industry and Bioeconomy*. 2021. 733(2021): 1-9.
- [4]. Zhou, Y., Hui, C., Man, h., Satoru, N., Eizo, T., Tim, JF., and Yongqiang, C. Effect of Konjac Glucomannan on Physical and Sensory Properties of Noodles Made from Low-Protein Wheat Flour. *Food Research International*. 2013. 51:879-885.
- [5]. Shah, B,R., Bin, L., Ling, W., Shilin, L., Yan, L., Xu, W., Jin, W., Li, Z. Health Benefit of Konjac Glucomannan with Special Focus on Diabetes. 2013. 5: 179-187.
- [6]. Anindita, F., Bahri, S., Hardi, J. Ekstraksi dan Karakterisasi Glukomanan dari Tepung Biji Salak (*Salacca edulis*). *Kovalen*. 2015. 2(2): 1-10.
- [7]. Wardhani, D,H., Lucia, H,R., Heri, C., Hana, NU. Purification of Glucomannan of Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) Flour Using Combination of Isoprophyl Alcohol and Ultrasonic –Assited Exraction. *Reaktor*. 2020. 20(4): 203-209.
- [8]. Wardhani, D,H., Atmadja A,A dan Nugraha C,R. Pencegahan Pencoklatan Enzimatik pada Porang Kuning (*Amorphophallus oncophyllus*). *Reaktor*. 2017. 17(2): 104-110.
- [9]. Bian, J., Peng, P., Peng, F., Xiao, X., Xu, F and Sun, R,C. 2014 *Food Chem*. **156**.
- [10]. Utomo, S., Adnan, A,Z., Lestari, R,S,D dan Sari, D,K. Pengaruh Rasio Pelarut dan Waktu Ekstraksi terhadap Ekstraksi Umbi Gembili (*Discorea esculenta* L) Berbantu Gelombang Mikro. *Prosiding Seminar Nasional “Kejuangan”*. 2019. Yogyakarta: UPN Yogyakarta.
- [11]. Setiawati, E. Ekstraksi Glukomanan dari Umbi Porang. *Jurnal Kovalen*. 2017. 3: 234-241.
- [12]. Kumoro, A,C., Yuganta, THA., Ratawati, R and Retnowati D,S. Effect of Catalyst Concentration

- and Reaction time on the Extraction of Glucomannan from Porang Flour via Acid Hydrolysis. IOP Conf. Materials Science and Engineering. 2017. ICCE: UNPAR
- [13]. Razak, M.F., Yong, P.K., Shah, Z.M., Abdullah, L.C., Yee, S.S dan Yaw, I.T. The Effects of Varying Solvent Polarity on Extraction Yield of *Orthosiphon stamineus* Leaves. Journal of Applied Sciences. 2012. 12(11): 1207-1210.
- [14]. Nurlela, N., Arieta, N., Santosa, E., Muhandri, T. Physicochemical Properties of Glucomannan Isolated from Fresh Tubers of *Amorphophallus muelerry* by a multilevel Extraction Method. 2022. Food Research. 6(4): 345-353.
- [15]. Albuquerque, B.S.P., Miguel, A.C., Antonio, A.V., Jose, A.T and Maria, G. Immobilization of Bioactive Compounds in *Cassia grandis* Galactomannan-based Films: Influence on Physicochemical Properties. International Journal of Biological Macromolecules. 2017. 96: 727-735.
- [16]. Widjanarko. Pengaruh Lama Penggilingan Tepung Porang dengan Metode Ball Mill terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2014. 3(3): 867-877.
- [17]. Septiawan, A.D., Darma, G.C,E dan Aryani, R. Pembuatan dan Karakteristik Glukomanan dari Umbi Porang sebagai Bahan Pengikat Tablet. Prosiding Farmasi. 2022. 508-515.
- [18]. Nugraheni, B., Anastasia, S,P dan Advistasari, Y,D. Identifikasi dan Analisis Kandungan Makronutrien Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus onchophyllus*). JIFFK. 2018. 15(2): 77-82.
- [19]. Faridah, A. Identifikasi Porang Glukomanan Hasil Optimasi Ekstraksi Menggunakan FTIR, SEM dan NMR. J.Rekapangan. 2014. 8(2): 141-148.