

**PENGARUH FREKUENSI DAN WAKTU PENCUCIAN  
BERBANTU ULTRASONIK MENGGUNAKAN ISOPROPANOL  
TERHADAP KADAR GLUKOMANAN DAN VISKOSITAS  
TEPUNG PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*)**

**Lucia Hermawati Rahayu<sup>1</sup>, Dyah Hesti Wardhani<sup>2</sup>, Abdullah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>AKIN St. Paulus, Jl. Sriwijaya 104 Semarang, 50241

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH., Tembalang, Semarang, 50239

*Abstract*

*Konjac (*Amorphophallus oncophyllus*) contains a high economic value of soluble fiber glucomannan. Most of Indonesia konjac flour is exported in low (glucomannan content <65) hence sell in cheap price. Quality of glucomannan could be improved by removing impurities such as starch and cellulose. Application of ultrasonic-assisted extraction (leaching) of non glucomannan compound is an effective method to purify the konjac flour. The purpose of this study was to study the effect of ultrasonic waves frequency and leaching time of ultrasonic-assisted extraction method using aqueous isopropanol on glucomannan purification. The leaching conducted two frequencies (20 and 40 kHz) and various extraction time (5, 10, 15, 20, 25 minutes). The results showed that the best condition of glucomannan purification was achieved at 20 kHz for 10 minutes. In this condition, glucomannan content, viscosity and yield were 76.1%, 12,800 cPs, and 96.1%, respectively.*

**Keywords:** *konjac (*Amorphophallus oncophyllus*), glucomannan, ultrasonic-assisted extraction, isopropanol*

## 1. PENDAHULUAN

Tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan sumber potensial glukomanan. Glukomanan merupakan serat larut dengan kegunaan luas di bidang kesehatan, pangan maupun non pangan, sehingga bernilai ekonomi tinggi.

Indonesia merupakan salah satu produsen utama umbi porang. Produk porang Indonesia biasanya diperdagangkan dan diekspor dalam bentuk bahan mentah berupa chip atau tepung porang sehingga harga jual komoditasnya cukup rendah. Hal ini terjadi karena teknologi yang digunakan petani atau industri lokal pengolah tepung porang masih rendah sehingga tepung glukomanan yang dihasilkan masih kalah bersaing dengan tepung glukomanan impor (Mulyono, 2010; Mutia, 2011). Saat ini Indonesia masih mengimpor produk olahan tepung porang atau tepung glukomanan *food grade* dalam bentuk murni atau komposit untuk pangan dan non pangan.

Tepung porang umumnya mengandung glukomanan sekitar 15-64% (Arifin, 2001; Koeswara, 2009). Secara mikroskopis, sel-sel glukomanan dalam

tepung porang tertutup lapisan tipis yang berisi komponen komtaminan seperti pati, serat, dan protein (Ohashi, 2000; Arifin, 2001; Koeswara, 2009). Komponen-komponen pengotor ini harus dipisahkan untuk mendapatkan tepung porang dengan kadar glukomanan tinggi.

Pemurnian tepung porang dengan etanol merupakan metode yang paling banyak digunakan karena etanol merupakan pelarut yang aman jika hasil olahan (tepung glukomanan) diaplikasikan untuk pangan dan kesehatan. Etanol merupakan anti solven untuk glukomanan sehingga penggunaan dalam pemurnian tepung porang dimaksudkan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa non glukomanan yang dianggap sebagai pengotor (pencucian). Modifikasi ekstraksi konvensional dengan etanol sering dilakukan guna mendapatkan produk tepung glukomanan dengan kadar glukomanan tinggi (Sugiyama *et al.*, 1972; Ogasawara *et al.*, 1987; Mulyono, 2010; dan Chua *et al.*, 2012). Namun, metode-metode ini memiliki keterbatasan hampir sama, antara lain waktu ekstraksi lama, serta kadar glukomanan dan yield/rendemen masih rendah.

Ultrasonik dengan frekuensi 20-100 kHz diketahui mempunyai efek signifikan dalam mempercepat berbagai proses kimia dan fisika (Leong *et al.*, 2011). Efek penggunaan ultrasonik dalam proses pembersihan (*cleaning*), ekstraksi atau pemurnian suatu senyawa adalah waktu proses lebih singkat dan peningkatan kualitas produk (Chemat *et al.*, 2011; John, 2002). Gelombang ultrasonik kekuatan tinggi diketahui mampu merusak atau mengikis dinding sel atau permukaan bahan padat (John, 2002). Pada reaktor ultrasonik, gelombang ultrasonik digunakan untuk menimbulkan efek kavitasi akustik; yaitu pembentukan, pertumbuhan, dan pecahnya gelembung dalam medium cairan. Ketika gelembung kavitasi pecah di dekat atau pada permukaan padat maka permukaan padat akan memberikan resistensi terhadap aliran cairan. Hal ini menyebabkan cairan mikrojet mengarah ke permukaan padat dengan kecepatan mendekati 400 km/h (Suslick, 1995). Dampak dari mikrojet ini sangat kuat, antara lain dapat mengupas (*peeling*) permukaan, mengikis, atau memecah dinding sel (Vilkhu, 2008; Baig, 2010).

Pemakaian metode ultrasonik pada ekstraksi (pencucian) senyawa non glukomanan dalam tepung porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan pelarut etanol telah dilaporkan oleh Widjanarko dkk. (2011a dan 2011b). Pemurnian dengan etanol berbantu ultrasonik ini terbukti mampu menghasilkan yield dan kemurnian glukomanan yang tinggi serta waktu proses lebih singkat dibanding pemurnian tanpa ultrasonik. Namun, keunggulan metode pemurnian dengan ultrasonik ini kurang diimbangi dengan nilai ekonomi dari pelarut etanol. Seiring dengan meningkatnya permintaan/ kebutuhan pasar dan berbagai industri pengguna etanol berdampak pada peningkatan harganya, sehingga penggunaan solven lain yang lebih murah menjadi alternatif penting dan menarik terutama jika metode purifikasi tersebut akan diterapkan di tingkat industri nantinya.

Isopropanol atau Isopropil alkohol (IPA) memiliki sifat kepolaran mirip dengan etanol sehingga kemampuannya dalam mengekstraksi glukomanan dimungkinkan

tidak jauh berbeda dengan etanol. Keduanya juga merupakan pelarut yang dirujuk dalam regulasi *Generally Recognized as Safe* (GRAS) yang telah dipublikasikan oleh *Food and Drug Association* (FDA) dan *Flavor and Extract Manufacturing Association* (FEMA) (Aguda, 2007), sehingga hasil olahannya dapat digunakan untuk pangan, tetapi dari segi ekonomi IPA lebih murah dibandingkan dengan etanol.

Sejauh ini penelitian mengenai ekstraksi glukomanan berbantu ultrasonik menggunakan pelarut IPA terhadap tepung porang (*Amorphophallus oncophillus*) belum pernah dilaporkan. Ekstraksi senyawa non GM berbantu ultrasonik dengan IPA diharapkan dapat menjadi metode alternatif pemurnian glukomanan yang lebih efisien dan ekonomis untuk menghilangkan senyawa impuritas dalam tepung porang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan frekuensi gelombang ultrasonik dan waktu ekstraksi terbaik pada proses purifikasi glukomanan dari tepung porang dengan metode ekstraksi berbantu ultrasonik menggunakan larutan isopropanol.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa chip porang yang diperoleh dari petani porang di daerah Ngawi, Jawa Timur, dan digrinding menjadi tepung (80 mesh); isopropanol 99%, air, 3,5 dinitrosalicyclic acid (DNS) PA, NaOH PA, NaHSO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PA, glukosa PA dari Merck (Jerman), KNatartrat, phenol kristal, dan asam formiat. Adapun alat penelitian meliputi mesin ultrasonik tipe bath (*ultrasonic cleaner* Krisbow), timbangan analitik, oven listrik, *rotation viscometer* Brookfield RV DVE (Jerman), spektrofotometer uv-vis (SP-300 spectrophotometer Optima), *grinder*, *screener*, dan peralatan gelas.

### 2.2 Prosedur percobaan

#### 2.2.1 Ekstraksi senyawa non glukomanan

Tepung porang kering sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam beaker gelas 200 ml dan ditambahkan 80 ml larutan IPA 80% (Widjanarko, 2011a). Ekstraksi berbantu ultrasonik dengan variasi waktu ekstraksi 5, 10, 15, 20, 25 menit pada frekuensi 20 kHz

atau 40 kHz dijalankan. Setelah itu endapan tepung dipisahkan dari pelarutnya melalui proses penyaringan dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam.

### 2.2.2 Analisis kimia

Tepung porang kasar sebelum digunakan untuk penelitian dilakukan analisis kimia meliputi kadar glukomanan (Peiying *et al*, 2002; Chua *et al*, 2012) dan kadar proksimat (air, abu, protein, lemak, pati, dan serat kasar menurut AOAC, 2005). Sementara itu, tepung

hasil pemurnian dihitung rendemennya dan dianalisis kadar glukomanan (Peiying *et al*, 2002; Chua *et al*, 2012) dan viskositas (modifikasi Peiying *et al.*, 2002).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Bahan Baku

Hasil analisis komposisi kimia dari tepung porang kasar (*common konjac flour*, CKF) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia tepung umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*)

Komponen	Kandungan, dalam % (bobot basah)			
	Widjanarko,2011a	Widjanarko,2011b	Arifin,2001	Penelitian ini
Glukomanan	71,83	64,77	64,98	64,28
Air	td	9,80	6,8	8,46
Abu	td	3,49	7,88	5,69
Protein	td	2,70	3,42	4,28
Lemak	td	1,69	0,00	0,00
Pati	td	2,90	10,24	11,2
Serat kasar	td	-	5,9	5,13

td = tidak diukur

Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen utama glukomanan dalam tepung porang penelitian ini mempunyai kadar sebesar 64,28%. Kadar glukomanan (GM) porang ini nilainya hampir sama dengan kadar GM porang yang dilaporkan oleh Arifin (2001) dan Widjanarko dkk. (2011b), tetapi sedikit lebih rendah dari kadar GM porang *Amorphophallus oncophillus* yang dilaporkan Widjanarko dkk. (2011a), yaitu 71,83%.

Komposisi kadar proksimat tepung porang kasar dalam penelitian ini tidak mengandung lemak, dan didominasi dengan senyawa makromolekul yakni pati, protein dan serat; dengan kandungan proksimat terbesar yakni pati (11,2 %). Komposisi proksimat ini hampir serupa dengan komposisi proksimat tepung porang yang dilaporkan oleh Arifin (2001).

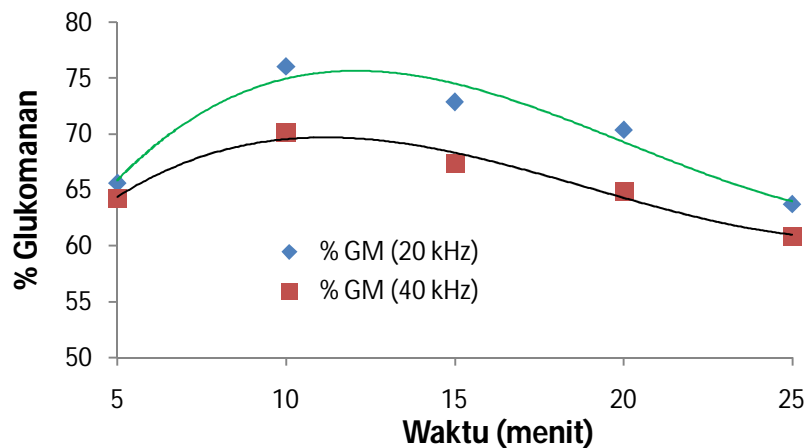
Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa meskipun berasal dari spesies yang sama (*Amorphophallus oncophillus*), komposisi kimia porang bisa berbeda-beda. Hal ini karena kandungan umbi porang

dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain iklim, umur tanaman, waktu pemanenan (Ohtsuki, 1968; Arifin, 2001), kondisi tanah tempat tumbuh (Anam, 2008), perlakuan pasca panen dan bagian-bagian yang diambil/digiling (Sumarwoto, 2007).

### 3.2. Pengaruh Frekuensi Ultrasonik dan Waktu Pencucian

#### 1. Kadar glukomanan

Pengaruh waktu pencucian berbantu ultrasonik terhadap kadar glukomanan tepung porang hasil pemurnian (*purified konjac flour*, PKF) pada frekuensi 20 kHz dan 40 kHz ditampilkan pada Gambar 1. Hasil pemurnian menunjukkan bahwa perlakuan pada frekuensi 20 kHz dihasilkan kadar GM lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi 40 kHz untuk setiap waktu pencucian yang sama. Hal ini karena semakin rendah frekuensi ultrasonik semakin besar gelembung kavitasasi yang dihasilkan sehingga energi yang dilepaskan ketika gelembung kavitasasi pecah pun semakin besar.



Gambar 1. Pengaruh waktu ekstraksi ultrasonik pada frekuensi 20 kHz dan 40 kHz terhadap kadar glukomanan tepung porang pemurnian. Konsentrasi larutan IPA 80%; rasio pelarut-bahan baku 8:1 (mL/g); ukuran tepung 80 mesh; suhu kamar.

Fuchs (2011) menyatakan bahwa gelembung yang lebih besar yang dihasilkan oleh frekuensi ultrasonik lebih rendah akan lebih efektif dalam menghilangkan kontaminan daripada gelembung kecil yang dihasilkan oleh frekuensi lebih tinggi. Sementara itu menurut Pereira (2010), pada pencucian (*cleaning*) ultrasonik terdapat hubungan antara penggunaan frekuensi ultrasonik dengan ukuran kontaminan yang akan dihilangkan. Frekuensi antara 20-40 kHz secara umum digunakan untuk menghilangkan partikel dengan ukuran lebih besar dari 4  $\mu\text{m}$ , sedangkan untuk partikel dengan diameter kurang dari 1  $\mu\text{m}$  lebih efektif dihilangkan dengan frekuensi 40 kHz. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kontaminan terbesar dalam tepung porang adalah senyawa-senyawa makromolekul, yakni pati, protein dan serat, yang umumnya memiliki diameter partikel lebih dari 4  $\mu\text{m}$ . Ukuran partikel pati berkisar antara 5 – 80  $\mu\text{m}$  (Gregorova dan Pabst, 2007), protein 1-1.000  $\mu\text{m}$ , dan serat 10 – 25  $\mu\text{m}$  (Wang, 2008). Oleh karena itu, kontaminan non glukomanan dalam CKF lebih banyak yang hilang atau terkikis oleh efek kavitas akustik pada frekuensi 20 kHz daripada frekuensi 40 kHz. Akibatnya kemurnian (kadar glukomanan) PKF frekuensi 20 kHz diperoleh lebih tinggi dibanding PKF frekuensi 40 kHz.

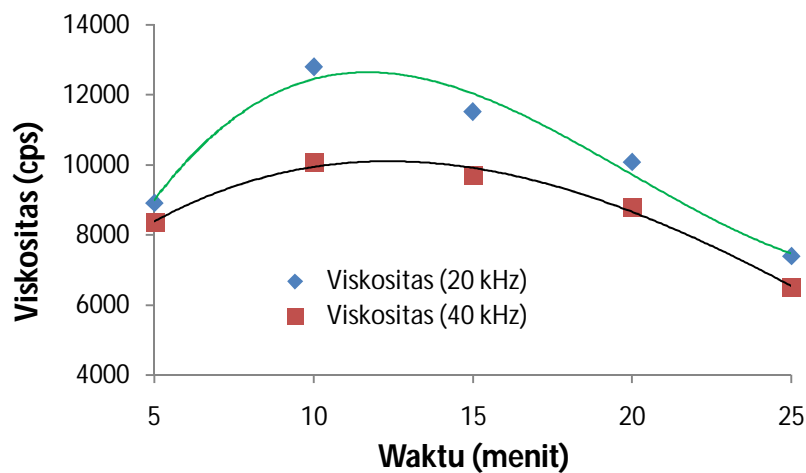
Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar glukomanan tertinggi dicapai pada pencucian dengan waktu 10 menit baik pada perlakuan frekuensi 20 kHz maupun 40 kHz, dimana besarnya masing-masing adalah 76,04% dan 70,19%. Ekstraksi dengan waktu lebih dari 10 menit menghasilkan kadar glukomanan yang kian menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini karena pada waktu yang lebih lama, pecahnya gelembung kavitas yang menghasilkan mikrojet yang mengarah ke permukaan granula tepung porang tidak hanya menyebabkan lapisan pengotor terabrasi tetapi juga akan mengikis atau merusak sebagian molekul glukomanan sehingga jumlah glukomanan dalam tepung porang pemurnian menjadi berkurang dan mengakibatkan penurunan kadar glukomanan tepung porang pemurnian.

Hasil serupa dikemukakan beberapa peneliti, diantaranya Ying *et al.* (2011) dan Widjanarko dkk. (2011a). Ying *et al.* (2011) melaporkan bahwa pada ekstraksi polisakarida berbantu ultrasonik dari daun mulberry pada variasi waktu 10-50 menit, ekstrak polisakarida optimum dicapai pada perlakuan ultrasonik 20 menit dan setelah itu semakin menurun. Widjanarko dkk. (2011a) menyampaikan bahwa pada pencucian ultrasonik dari tepung porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan etanol 40% lebih dari 5 menit didapatkan

kadar glukomanan PKF adalah cenderung semakin turun. Menurut Ying *et al.* (2011) dan Baig *et al.* (2010), perlakuan dengan ultrasonik dalam waktu lama dapat menyebabkan senyawa hasil ekstraksi atau materi yang diiradiasi dapat mengalami kerusakan karena pengikisan (abrasi), terdegradasi, atau terdepolimerisasi.

## 2. Viskositas

Pengaruh waktu pencucian berbantu ultrasonik terhadap viskositas tepung hasil pemurnian pada frekuensi 20 kHz dan 40 kHz ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 nampak bahwa



Gambar 2. Pengaruh waktu ekstraksi ultrasonik pada frekuensi 20 kHz dan 40 kHz terhadap viskositas Tepung porang pemurnian. Konsentrasi larutan IPA 80%; rasio pelarut-bahan baku 8:1 (mL/g); ukuran tepung 80 mesh; suhu kamar

Hal ini sesuai dengan hasil studi yang dilakukan Chua *et al.* (2012) maupun Widjanarko dkk. (2011a, 2011b) yang melakukan studi pemurnian glukomanan dari tepung umbi *Amorphophalus sp* menggunakan larutan etanol. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa peningkatan kadar glukomanan tepung porang pemurnian akan diiringi dengan peningkatan viskositas, demikian pula sebaliknya. Menurut Widjanarko dkk. (2011a), nilai viskositas berhubungan dengan glukomanan yang terkandung dalam tepung porang. Kadar glukomanan berperan penting dalam peningkatan viskositas tepung porang karena glukomanan bersifat kental (Widjanarko dkk., 2011b).

tingginya kadar glukomanan PKF pada frekuensi 20 kHz juga diikuti dengan tingginya nilai viskositas dibandingkan dengan PKF frekuensi 40 kHz pada semua variasi waktu ekstraksi. Semakin besar kadar GM maka viskositas PKF semakin tinggi, demikian sebaliknya. Viskositas tepung porang perlakuan diperoleh tertinggi pada kadar GM terbesar yakni pada waktu ekstraksi 10 menit, dimana besarnya masing-masing adalah 12.800 cPs untuk PKF frekuensi 20 kHz dan 10.080 cPs untuk PKF frekuensi 40 kHz.

## 3. Rendemen

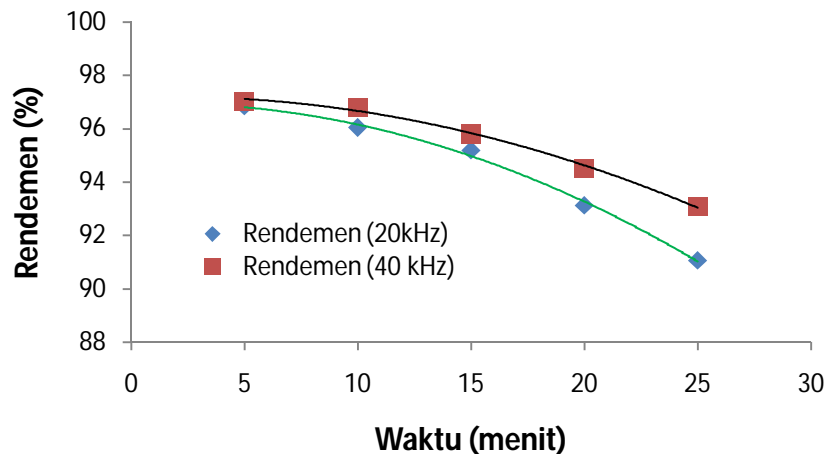
Pola atau kecenderungan viskositas yang serupa dengan kadar glukomanan tepung porang pemurnian (Gambar 1 dan 2), ternyata tidak diikuti dengan rendemen PKF. Dari Gambar 3 terlihat bahwa rendemen tepung porang pemurnian pada frekuensi 40 kHz lebih tinggi daripada tepung porang pemurnian pada frekuensi 20 kHz, dan rendemen tepung porang pemurnian pada kedua frekuensi diperoleh terus menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Rendahnya rendemen tepung porang pemurnian pada frekuensi 20 kHz daripada tepung porang pemurnian frekuensi 40 kHz karena pada frekuensi rendah lapisan pengotor yang menyelubungi glukomanan lebih banyak yang terkikis/hilang sehingga bobot

granula tepung porang perlakuan menjadi menjadi kian menyusut.

Sementara itu, rendemen tepung porang pemurnian yang terus menurun seiring dengan bertambahnya waktu pencucian disebabkan karena pecahnya gelembung kavitasi mula-mula akan mengikis lapisan pengotor pada permukaan molekul glukomanan sehingga akan mengurangi bobot granula tepung porang. Abrasi pengotor ini diperkirakan terjadi pada 10 menit pertama, dimana kadar glukomanan tepung porang pemurnian terus meningkat (Gambar 1) sebaliknya rendemen tepung porang pemurnian cenderung turun (Gambar 3). Setelah itu pecahnya gelembung kavitasi

akan mengikis/merusak sebagian molekul glukomanan dengan meningkatnya waktu pencucian sehingga kandungan GM dan bobot granula tepung porang yang hilang kian bertambah. Akibatnya, baik kadar GM maupun rendemen tepung porang pemurnian pun sama-sama menurun pada pencucian lebih dari 10 menit.

Hasil serupa diperoleh Widjanarko dkk. (2011a) untuk kajian pengaruh waktu ekstraksi berbantu ultrasonik (5, 15, dan 25 menit) dengan larutan etanol terhadap yield tepung porang perlakuan. Pada ekstraksi dengan larutan etanol 40 % didapatkan bahwa yield tepung porang perlakuan semakin menurun dengan bertambahnya waktu ekstraksi.



Gambar 3. Pengaruh waktu ekstraksi ultrasonik pada frekuensi 20 kHz dan 40 kHz terhadap rendemen. Konsentrasi larutan IPA 80%; rasio pelarut-bahan baku 8:1 (mL/g); ukuran tepung (CKF) 80 mesh; temperatur kamar

Guna menentukan kondisi pencucian terbaik untuk proses pemurnian tepung porang, maka parameter kimia fisik yang dipilih yaitu parameter kemurnian (kadar glukomanan) PKF. Hal ini karena standar mutu tepung glukomanan pada umumnya lebih menitikberatkan pada persyaratan parameter tersebut (Mulyono, 2010; Peiying *et al.*, 2002). Oleh karena itu, frekuensi dan waktu terbaik untuk pemurnian glukomanan dari tepung porang pada penelitian ini adalah frekuensi dan waktu pencucian yang memberikan nilai kadar glukomanan PKF tertinggi, yaitu frekuensi 20 kHz dan waktu ekstraksi ultrasonik 10 menit.

Kadar GM dari tepung perlakuan terbaik penelitian ini diperoleh lebih tinggi (76,04 %) dibandingkan tepung porang sebelum pemurnian (64,28 %). Kadar glukomanan ini sedikit di bawah standar tepung glukomanan mutu *food grade* di USA, yakni  $\geq 80\%$  (Mulyono, 2010) dan standar PKF di China, yakni  $> 85\%$  (Peiying *et al.*, 2002).

#### 4. KESIMPULAN

Kondisi terbaik proses pemurnian tepung porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan metode ekstraksi ultrasonik menggunakan isopropanol diperoleh pada frekuensi 20 kHz dan waktu ekstraksi 10

menit, dengan kadar glukomanan 76,1%, viskositas 12.800 cPs dan rendemen 96,1%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aguda, R.M. (2007). Modeling the Solubility of Sclareol in Organic Solvent Using Solubility Parameter. *North Carolina American Journal of Applied Sciences* 6 (7): 1390-1395.
- Anam K., Rodiyati A. dan Gustini E. (2008). Perbandingan Kadar Senyawa Glukomanan dan Kalsium Oksalat pada Beberapa Varian Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume.) dari Desa Klamong, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Malang : Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Brawijaya,
- AOAC (2005). Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry. Arlington : AOAC Inc
- Arifin, M.A.(2001). *Pengeringan keripik umbi iles-iles secara mekanik untuk meningkatkan mutu keripik iles*. Thesis. Teknologi Pasca Panen. Bogor : PPS-IPB.
- Baig, S., Farooq, R. and Rehman, F. (2010). Sonochemistry and Its Industrial Applications. *World Applied Sciences Journal* 10 (8): 936 - 944
- Chemat F., Z. Huma, and M. K. Khan. 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*.18 : 813–835
- Chua, M., Chana, K., Hockinga, T.J., Williams, P.A., Perrya, C.J., Baldwin, T. C. (2012). Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. *Carbohydrate Polymers*. 87:2202–2210
- Fuchs, J. (2011). Ultrasonics – Number and Size of Cavitation Bubbles. <http://www.ctgclean.com/tech-blog/2011/12/ultrasonics-number-and-size-of-cavitation-bubbles/>. Retrieved date, July 3, 2013
- Gregrova, E. And Pabst, W.(2007). Porosity and Pore Size Control in S tarch Consolidation Casting of Oxide Ceramics-Achievements and Problems. *Journal of the European Ceramics Society* 27 : 669 - 672
- John, F. (2002). *Ultrasonic Cleaning : Fundamental Theory and Application*. Unpublished article.
- Koeswara S. (2009). *Ebook Pangan : Iles-iles dan hasil olahannya*. Diakses 16 Agustus 2012. <http://ebookpangan.com>
- Leong, T., Ashokkumar and Kentish S. (2011). The Fundamental of Power Ultrasound. *Acoustic Australia*. 39 (2) : 54-63
- Mulyono, E. (2010). Peningkatan mutu tepung iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) food grade (glukomanan 80%) melalui teknologi pencucian bertingkat dan enzimatis. Bogor : Laporan Penelitian. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian.
- Mutia, R. (2011). *Pemurnian Glukomanan secara Enzimatis dari Tepung Iles-iles*. Skripsi. Teknologi Pasca Panen. Bogor : IPB
- Ogasawara, S., Yamazaki, H. & Nunomura, W. (1987). Electrophoresis on konjac mannan gel. *Seibutsu Butsuri Kagaku*. 31:155–158
- Ohashi (2000). *Clarified Konjac Glucomannan*. United States Patent 6162906
- Ohtsuki, T. (1968). Studies on reserve carbohydrates of four *amorphophallus* species with special reference to mannan. *Bot. Mag. Tokyo*. 81: 119-126
- Peiyong, L., Zhang, S., Zhu, G., Chen, Y., Quyang, H., Han, M., Wang, Z., Xiong, W., and Peng, H. (2002). *Professional Standart of The People' Republic of China for Konjac Flour*. NY/T : 494-2002
- Pereira A.H.A. (2010). Ultrasonic Cleaning : Overview and State of the Art. Technical Report RT-ATCP-02. ATCP Physical

Engineering. [ww.atcp-ndt.com /  
ha@atcp.com.br](http://ww.atcp-ndt.com/ha@atcp.com.br). São Carlos - Brazil

Sugiyama, N., Shimahara, H. & Andoh, T. (1972). Studies on mannan and related compounds. I. The purification of konjac mannan. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*. 45: 561-563.

Sumarwoto. 2007. Review : Kandungan Mannan pada Tanaman Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi*. 4 (1) : 28- 32

Suslick, S. (1995). Applications of Ultrasound to Materials Chemistry. *MRS Bulletin* : 29-34.

Vilkhu K., R. Mawson, L. Simons, and D. Bates. (2008) Applications and Opportunities for Ultrasound assisted Extraction in The Food Industry – A Review. *ScienceDirect : Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9 : 161 -169

Wang, Y. (2008). *Cellulose Fiber Dissolution in Sodium Hydroxide Solution at Low Temperature : Dissolution Kinetics and Solubility Improvement*. Thesis. Georgia Institute of Technology

Widjanarko, S.B., Faridah, A. and Sutrisno, A. (2011a). *Effect of Multi Level Ethanol Leaching on Physico-Chemical Properties of Konjac Flour (Amorphophallus Oncophyllus)*. Technical paper presented at the 12<sup>th</sup> ASEAN Food Conference, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand. 16 -18 June

Widjanarko S.B., Aji S., dan Anni S. (2011b). Efek Hidrogen Peroksida terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan Metode Maserasi dan Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12 : 143 – 152.

Ying, Z., Han X., and Li,J. (2011). Ultrasound-assisted Extraction of Polysaccharides from Mulberry Leaves. *Food Chemistry*. 127 : 1273 - 127