**OPTIMASI TEKNIK PEMURNIAN GLUKOMANAN
PADA TEPUNG PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)
(*The Glucomannan Purification Techniques Optimation of Porang
(Amorphophallus muelleri Blume) Flour*)**

Gunawan Pasaribu, Novitri Hastuti, Lisna Efiyanti, Totok K. Waluyo, & Gustan Pari

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor. Telp. (0251)8633378, Faks. (0251)8633413
E-mail: gun_pa1000@yahoo.com

Diterima 28 September 2017, direvisi 23 Juli 2018, disetujui 18 November 2019

ABSTRACT

Porang (Amorphophallus muelleri Blume) as a non-timber forest product (NTFP) has many advantages compared to other food crops. In order to the cultivation aspect and excellence of the flour, it made this commodity a food sources in the future. Today, technical post-harvest processing become the current problems especially in getting optimum glucomannan. With increasing levels of glucomannan, it made the utilization and marketing of flour will be wider. This study aims to optimize of purification techniques of glucomannan. The research method is through soaking techniques with ethanol (30%, 40% and 50%) and sodium bisulfite (2%, 3% and 4%). The results showed that the leaching technique ethanol made a significant effect on the increase in glucomannan levels. The immersion technique with 50% ethanol and 2% sodium bisulfite can increase glucomannan from 32.65% to 83.96%. The process of soaking with ethanol not affects the content of ferrum (Fe) and calcium (Ca) in porang flour.

Keywords: Ethanol, glucomannan, natrium bisulfite, porang

ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai salah satu jenis hasil hutan bukan kayu (HHBK) memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya. Berdasarkan aspek budidaya dan kandungan tepungnya, jenis komoditi ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber pangan masa depan. Teknik pengolahan pasca panen menjadi permasalahan saat ini terutama dalam mendapatkan kadar glukomanan optimal. Ragam pemanfaatan dan pemasaran tepung porang akan semakin terbuka lebar dengan meningkatnya kadar glukomanan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknik pemurnian glukomanan yang optimal. Metode penelitian adalah melalui teknik perendaman dengan etanol (30%, 40%, dan 50%) dan natrium bisulfit (2%, 3%, dan 4%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik perendaman dengan etanol yang dilakukan berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar glukomanan. Pencucian dengan etanol 50% dan NaHSO₃ 2% dapat meningkatkan glukomanan dari 32,65% menjadi 83,96%. Proses perendaman dengan etanol tidak mempengaruhi kandungan zat besi (Fe) dan kalsium (Ca) tepung porang.

Kata kunci: Etanol, glukomanan, natrium bisulfit, porang

I. PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia selain sandang dan papan. Proyeksi jumlah penduduk Indonesia akan terus meningkat dari 238,5 juta pada tahun 2010 menjadi 305,6 juta pada tahun 2035 (Badan Pusat Statistik, 2013). Jumlah penduduk yang besar ini memerlukan sumber pangan yang sangat besar. Lahan pertanian sekarang saja tidak cukup memenuhi kebutuhan pangan nasional, terbukti dengan masih berlangsungnya impor komoditi berbagai jenis pangan, sehingga dalam program pemerintah meminta kontribusi sektor kehutanan untuk penyediaan pangan.

Produk pangan dari hutan cukup beragam antara lain dalam bentuk buah-buahan dan umbi-umbian. Berbagai jenis pangan hutan yang belum optimal dikembangkan antara lain aren, bambu, gadung, porang, jamur, nipah, sagu, suweg, dan terubus (Peraturan Menteri Kehutanan, 2007). Secara khusus jenis tanaman porang yang sudah dikenal luas di Pulau Jawa belum banyak dilakukan upaya pengembangannya. Seperti halnya umbi gadung, umbi porang juga memerlukan perlakuan khusus dalam pengolahan pasca panennya. Hal ini disebabkan porang memiliki kandungan oksalat yang perlu dihilangkan sebelum dikonsumsi (Pusat Litbang Porang Indonesia, 2013). Kandungan kalsium oksalat ini dapat menyebabkan iritasi pada kulit, gatal, serta pengkristalan pada ginjal (Faridah & Widjanarko, 2013).

Porang memiliki keunggulan dibanding dengan sumber pangan lain, terutama dalam rangka diet khusus. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Dai, Corke, dan Shah (2016), yang menggunakan glukomanan sebagai pengganti lemak pada yoghurt mampu menurunkan kadar lemak dan dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, serta memperkaya asam lemak rantai pendek. Umbi ini diketahui memiliki kadar serat yang tinggi, rendah karbohidrat dan rendah kolesterol. Sifat-sifat bahan pangan seperti ini menjadikan porang cocok untuk dimanfaatkan oleh kelompok masyarakat perkotaan.

Porang sebagai penghasil glukomanan memiliki manfaat yang sangat luas. Dalam bidang farmasi, glukomanan berfungsi sebagai perantara obat

(*drug delivery*), perbaikan sifat perekatan biologis, terapi sel dan material pengisi gel. Asam amino dan asam dekanat yang sumber pangan lainnya terdapat pada tepung porang berperan sebagai agen antikanker (Gu, & Silverman, 2011). Dalam bidang bioteknologi berfungsi sebagai materi immobilisasi, materi untuk pendukung fiksasi, dan materi dalam kapsulasi. Dalam bidang kimia antara lain sebagai film dan membran bahan *coating*, kosmetik dan *emulsifier* (Zhang, Xie, & Gan, 2005).

Tepung porang dikenal dengan nama *konjac flour*, banyak dikonsumsi masyarakat Jepang sebagai sumber serat yang baik untuk diet (*dietary fiber*). Tepung porang digunakan sebagai komponen utama pembuatan *konnyaku* dalam sajian makanan tradisional Jepang dan sebagai *gelling agent* pada menu penutup berbahan jelly (Nishinari & Zhang, 2004). Glukomanan memberikan banyak manfaat dalam bidang kesehatan dan pangan. Glukomanan diketahui dapat digunakan sebagai peningkat tekstur makanan pada olahan daging, roti, mie dan pasta serta sebagai pengikat kolesterol pada olahan roti dan produk dalam kapsul (Tester & Al-Ghazzewi, 2017). Oleh karena itu kadar glukomanan yang tinggi menjadi perhatian utama dalam proses ekstraksinya.

Dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan, pengolahan tepung porang belum dapat menghasilkan kadar glukomanan yang optimal. Seperti halnya penelitian Mulyono (2010) yang melakukan pencucian bertingkat dengan Etanol 50% selama 3 jam dengan proses pengadukan terus menerus hanya dapat meningkatkan kadar glukomanan sampai 68,87%. Hasil penelitian Pasaribu, Waluyo, Hastuti, Pari, dan Sahara (2016) juga menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Hasil ekstraksi glukomanan dari porang menggunakan etanol 30% selama 4 jam dengan perendaman natrium bisulfit sebesar 1% selama 10 menit hanya dapat menghasilkan kadar glukomanan sebesar 38,11%. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknik pemurnian porang yang menghasilkan kandungan glukomanan optimal.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keripik (*chip*) porang yang berasal dari Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. *Chip* porang dibuat dengan cara mengiris umbi porang dengan ketebalan sekitar 0,5 cm, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Bahan kimia yang digunakan antara lain: etanol teknis (96%), natrium bisulfit (Merck), dan air destilasi. Alat penelitian yang digunakan antara lain bejana gelas, oven, timbangan analitik, pipet, tabung pyrex, penangas, pengaduk magnetik dan alat bantu analisis lainnya seperti saringan, dan blender.

B. Metode Penelitian

1. Karakterisasi tepung porang

Karakterisasi tepung porang dilakukan melalui pengujian kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat/nilai kalori (AOAC, 1984), kandungan zat besi (Fe) dan kalsium (Ca) (SNI 7939-2013). Pengujian yang sama dilakukan pada tepung sebelum dan sesudah perlakuan.

2. Pencucian dengan etanol

Chip porang dicuci dan direndam dengan Etanol 30%, 40%, dan 50% dengan penambahan natrium bisulfit (2%, 3%, dan 4%). Waktu pencucian dilakukan selama 4 jam dan dilakukan pengadukan selama prosesnya (Gambar 1.).

3. Pengujian karakter tepung porang setelah perlakuan

Pengujian tepung porang setelah perlakuan dilakukan seperti pada tepung sebelum perlakuan meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat/nilai kalori, kandungan Fe, dan Ca serta kadar glukomanan. Pengukuran kadar glukomanan mengikuti Standar Indonesia mengenai serpih porang (SNI 7939-2013).

C. Analisis Data

Penelitian dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial, dimana faktor A: konsentrasi etanol (3 taraf), dan faktor B: konsentrasi NaHSO_3 (3 taraf), masing-masing jumlah ulangan tiga kali. Uji lanjut menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT). Karakterisasi sifat-sifat tepung sebelum dan setelah perlakuan dilakukan secara deskriptif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Karakteristik Tepung Porang

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat tepung porang setelah melalui perendaman dengan natrium bisulfit dan pencucian bertingkat menggunakan etanol. Data hasil karakterisasi tepung porang sebelum dan setelah perlakuan disajikan pada Tabel 1. Perubahan karakteristik tepung porang terlihat sebelum dan sesudah perlakuan walaupun perubahannya tidak

Gambar 1. Bagan alir pencucian dengan etanol
Figure 1. Flow chart of ethanol soaking

Tabel 1. Karakterisasi tepung porang
Table 1. Characterization of porang flour

No	Parameter (Satuan, <i>unit</i>)	Sebelum perlakuan (<i>Pre-treatments</i>)	Sesudah perlakuan (<i>After treatments</i>)
1	Kadar air (<i>Moisture content, %</i>)	16,127	16,568
2	Kadar abu (<i>Ash content, %</i>)	1,919	1,069
3	Kadar protein (<i>Protein content, %</i>)	6,736	7,382
4	Kadar lemak (<i>Lipid content, %</i>)	0,646	0,809
5	Kadar karbohidrat (<i>Carbohydrate content, %</i>)	74,568	74,171
6	Kadar Fe (<i>Fe, %</i>)	8,758	9,115
7	Kadar Ca (<i>Ca, %</i>)	21,910	21,892

signifikan (Tabel 1). Setelah melewati pencucian dengan etanol dan perendaman dengan natrium bisulfit, tepung porang mengalami peningkatan kadar air, kadar protein dan kadar lemak. Akan tetapi, terjadi penurunan kadar abu dan kadar karbohidrat. Penurunan kadar karbohidrat pada tepung porang ini diduga karena proses terjadinya proses pencucian saat perendaman dengan etanol. Karbohidrat dapat larut selama proses pencucian dengan etanol (Faridah & Widjanarko, 2013).

Kadar lemak sebelum dan setelah perlakuan terlihat meningkat, namun tetapi nilai kadar lemak ini masih lebih kecil dari 1,00, dimana kadar lemak glukomanan standar 0,79% (Faridah, Widjanarko, Sutrisno, & Susilo, 2012). Kadar lemak tepung porang ini lebih rendah dibanding dengan penelitian terdahulu yang berada pada kisaran 3% (Pasaribu et al., 2016). Berbeda dengan penelitian Faridah dan Widjanarko (2013), kadar lemak menurun dari 1,49% menjadi 0,45%. Kadar lemak tepung porang sampel sebelum dan setelah perlakuan antara 0,6–0,8%. Kadar ini cukup rendah jika dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung jagung sebesar 3,99–5,46%. Namun demikian kadar protein dari tepung jagung lebih tinggi (mencapai 12,9%) dibandingkan tepung porang (Badan Litbang Pertanian, 2015).

Kadar Fe mengalami peningkatan setelah perlakuan, akan tetapi kadar Ca mengalami penurunan. Penurunan kadar Ca diduga dalam proses perendaman, komponen mineral ikut terekstrak dalam tepung porang. Perubahan kandungan Fe dan Ca tepung porang sebelum dan setelah perlakuan tidak jauh berbeda,

sehingga dapat dikemukakan bahwa proses kimiawi yang dilakukan tidak akan mengurangi kadar zat besi dan kalsium dari tepung porang. Zat besi berperan dalam reaksi oksidasi dan reduksi. Secara kimia, zat besi merupakan unsur yang sangat reaktif sehingga mampu berinteraksi dengan oksigen. Zat besi juga berperan dalam proses respirasi sel, yaitu sebagai kofaktor bagi enzim yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi. Selain itu, sebagian besar zat besi berada dalam hemoglobin (Hb). Hb di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbon dioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Zat besi juga berperan dalam imunitas dalam pembentukan sel-sel limfosit (Almatsier, 2006). Kalsium merupakan mineral yang penting untuk manusia, 99 persen kalsium didalam tubuh manusia terdapat di tulang. Sebanyak 1% kalsium terdapat di dalam cairan tubuh seperti serum darah, di sel-sel tubuh, dalam cairan ekstra seluler dan intra seluler. Kebutuhan kalsium orang dewasa sekitar 700 mg per hari (Pravina, Sayaji, & Avinash, 2013).

B. Pencucian dengan Etanol

Kandungan glukomanan sebelum perlakuan dan setelah proses pencucian dengan Etanol disajikan pada Tabel 2. Berbeda dengan penelitian terdahulu, bahwa pada penelitian ini dilakukan proses pengadukan secara terus menerus pada saat proses perendaman dengan etanol. Ternyata proses pengadukan memberi kontribusi yang

Tabel 2. Kandungan glukomanan pada berbagai perlakuan
Table 2. Glucomannan content in various treatment

No	Perlakuan (<i>Treatment</i>)		Kadar glukomanan (<i>Glucomannan content, %</i>)
	Etanol (<i>Ethanol, %</i>)	NaHSO ₃ (%)	
1	Kontrol (<i>Control</i>)	0	32,65
2		2	54,09
3		3	35,78
4		4	38,18
5	30	2	69,11
6		3	60,06
7		4	67,49
8		2	83,96
9	40	3	50,83
10		4	80,03

besar pada peningkatan kadar glukomanan. Menurut Irawan dan Widjanarko (2013), adanya proses pengadukan selama pencucian mampu mempermudah lepasnya komponen-komponen yang berada di permukaan granula glukomanan dan larut pada etanol.

Penelitian Wardhani, Nugroho, Muslihudin, dan Aryanti (2016) dapat menghasilkan glukomanan dengan kadar maksimal sebesar 72% dengan berbagai gabungan perlakuan yang dicobakan. Perlakuan yang dilakukan berupa perbedaan suhu, waktu, konsentrasi pelarut 2-propanol. Dilaporkan bahwa pelarut 2-propanol dapat lebih efektif dalam menghilangkan pengotor pada tepung porang. Kadar glukomanan yang dihasilkan dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar glukomanan *Amorphophallus oncophyllus* yang diekstraksi menggunakan air dan aluminium sulfat 10% (w/w) pada suhu 55°C selama 1,5 jam yang dilanjutkan dengan pencucian menggunakan

etanol pada penelitian (Harmayani, Aprilia, & Marsono, 2014). Namun jika dibandingkan dengan hasil penelitian Yanuriati, Marseno, Rochmadi, dan Harmayani (2017), kadar glukomanan hasil studi kali ini lebih rendah. Yanuriati et al. (2017) menghasilkan kadar glukomanan sebesar 90,98% dengan menggiling umbi segar porang di dalam etanol sebanyak tujuh kali penggilingan. Cara ini dirasa efektif untuk menghilangkan pati, protein dan lemak di dalam umbi porang sehingga menghasilkan kadar glukomanan yang lebih tinggi.

Pada Tabel 3 disajikan analisis keragaman dari berbagai perlakuan yang dibuat. Dalam tabel ini ditunjukkan perlakuan etanol dan NaHSO₃ dan interaksi keduanya pada berbagai variasi memberi pengaruh yang nyata. Dari hasil sidik ragam terlihat pengaruh yang nyata (nilai $P_{(0,00)} < \alpha_{(0,05)}$) pada perlakuan kadar etanol yang digunakan, konsentrasi NaHSO₃ dan interaksi keduanya dalam meningkatkan kadar glukomanan. Hasil uji

Tabel 3. Analisis ragam perendaman dengan etanol dan NaHSO₃
Table 3. Analysis of variance of NaHSO₃ and ethanol soaking

Sumber keragaman (<i>Source</i>)	DB (DF)	JK (<i>Sum of Square</i>)	KT (<i>Mean Square</i>)	F (<i>Computed F</i>)	P (<i>Probability</i>)
Perlakuan (<i>Model</i>)					
EtOH	2	4188,04	2094,02	4046,79	0,00
NaHSO ₃	2	1880,87	970,43	1817,43	0,00
Interaksi (<i>Interaction</i>)	18	818,82	204,70	395,60	0,00
Galat (<i>Error</i>)	18	9,31	0,52		
Total (<i>Total</i>)	26	6897,04			

Keterangan (*Remarks*): DB = derajat bebas; DF = Degree of freedom; JK = kuadrat (*Sum of square*); KT = kuadrat tengah (*Mean square*); F = F hitung (*Computed F*); P = probabilitas (*Probability*)

Tabel 4. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)**Table 4. Least Significance Different**

No	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Kadar glukomanan (<i>Glucoman content, %</i>)	Uji BNT (<i>LSD Test</i>)
1	E30, NaHSO ₃ 3,3%	35,78	a
2	E30, NaHSO ₃ 3,4%	38,18	b
3	E50, NaHSO ₃ 3,3 %	50,83	c
4	E30, NaHSO ₃ 3,2 %	54,09	d
5	E40, NaHSO ₃ 3,3%	60,06	e
6	E40, NaHSO ₃ 3,4 %	67,49	f
7	E40, NaHSO ₃ 3,2%	69,11	g
8	E50, NaHSO ₃ 3,4 %	80,03	h
9	E50, NaHSO ₃ 3,2 %	83,96	i

lanjut beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan etanol 50% dan 2% NaHSO₃ memberikan respon yang paling baik dalam meningkatkan kadar glukomanan (Tabel 4).

Hasil penelitian Saputro, Lefiyanti, dan Mastuti (2014), yang melakukan riset pencucian tepung porang dengan etanol 40%, 50%, dan 60% menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut etanol yang digunakan (60%) maka semakin besar pula kadar glukomanan yang dihasilkan. Sementara untuk variasi rasio bahan dengan pelarut diperoleh kecenderungan bahwa semakin banyak pelarut yang digunakan (1:15), maka semakin besar pula kadar glukomanan yang dihasilkan. Untuk variasi lama pengadukan tidak diperoleh kecenderungan pengaruh terhadap kadar glukomanan tepung yang dihasilkan. Kadar glukomanan yang diperoleh setelah dilakukan pemurnian berkisar pada 36,69–64,22% dengan kadar glukomanan tepung sebelum pemurnian sebesar 28,76%. Pada percobaan dengan variasi konsentrasi pelarut etanol 60%, lama pengadukan 30 menit, dan rasio jumlah bahan dengan pelarut 1:15 diperoleh kadar glukomanan tertinggi yaitu 64,22%.

Lebih lanjut Faridah dan Widjanarko (2013) mengembangkan model untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh pada proses pencucian melalui *Respon Surface Methodology* (RSM), *Central Composite Design* (CCD) pada tiga variabel bebas waktu pencucian (X_1), kecepatan pengadukan (X_2) dan rasio pelarut terhadap tepung (X_3) terhadap respon kandungan glukomanan dan kalsium oksalat. Respon model yang dihasilkan adalah kuadratik dengan kondisi optimal sebagai berikut: waktu pencucian adalah 4 jam 6 menit

dan 18 detik, kecepatan pengadukan pada 443,45 rpm dan rasio pelarut tepung adalah 8,92 ml/g. Dengan kondisi ini, hasil percobaan kandungan glukomanan dan kalsium oksalat adalah 79,19% dan 0,08%, mendekati nilai prediksi masing-masing sebesar 79,26% dan 0,07%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pencucian tepung porang dengan etanol 50% dan NaHSO₃ 2% dapat meningkatkan kadar glukomanan dari 32,65% menjadi 83,96%. Perlakuan macam pelarut berupa etanol, kadar NaHSO₃ dan interaksinya masing-masing memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kadar glukomanan. Kandungan Fe dan Ca tepung porang sebelum dan setelah perlakuan tidak jauh berbeda, sehingga proses pencucian dengan etanol tidak akan mengurangi kadar zat besi dan kalsium dari tepung porang.

B. Saran

Teknik pencucian ini perlu diujicobakan pada skala pilot.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain dan rancangan percobaan dilakukan oleh PG, NH, LE, TKW, GP. Pengambilan data dilakukan oleh PG, NH, LE, TKW, GP. Analisis data dilakukan oleh PG, TKW, dan penulisan manuskrip dilakukan oleh PG, NH, LE, TKW, GP. Perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh PG, NH, LE, TKW, GP.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2006). *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1984). *Official methods of analysis*. (11th edition). Association of Official Analytical Chemists Inc., Washington, D.C.
- Badan Litbang Pertanian. (2015). Technology of instant corn flour. *Leaflet*. International workshop and conference on Agricultural post-harvest handling and processing. Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Proyeksi penduduk Indonesia 2010-2035*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Dai, S., Corke, H., & Shah, N. P. (2016). Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7063–7074. doi: 10.3168/jds.2016-11131
- Faridah, A., & Widjanarko, S. B. (2013). Optimization of multilevel ethanol leaching process of porang flour (*Amorphophallus muelleri*) using response surface methodology. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 3(2), 74–80.
- Faridah, A., Widjanarko, S. B., Sutrisno, A., & Susilo, B. (2012). Optimasi produksi tepung porang dari chip porang secara mekanis dengan metode permukaan respons. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 158–166.
- Gu, W. & Silverman, R. B. (2011). Synthesis of (S)-2-Boc-Amino-8-(R)-(tert-butyl dimethyl silanyloxy)decanoic acid, a precursor to the unusual amino acid residue of the anticancer agent microsporin B. *Tetrahedron Letters*, 52, 5438–5440.
- Harmayani, E., Aprilia, V., & Marsono, Y. (2014). Characterization of glucomannan from *Amorphophallus oncophyllus* and its prebiotic activity in vivo. *Carbohydrate Polymers*, 112, 475–479. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.06.019.
- Irawan, S. S., & Widjanarko, S. B. (2013). Metilasi pada tepung porang (*Amorphophallus muelleri*) menggunakan pereaksi dimetil sulfat berbagai variasi konsentrasi. *Journal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 148–156.
- Mulyono, E. (2010). Peningkatan mutu tepung iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) sebagai bahan pengelastis Mi dan pengental melalui teknologi pencucian bertingkat dan enzimatis pada kapasitas produksi 250 kg umbi/hari. Laporan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Bogor
- Nishinari, K., & Zhang, H. (2004). Recent advances in the understanding of heat set gelling polysaccharides. *Trends in Food Science and Technology*, 15(6), 305–312. doi: 10.1016/j.tifs.2003.05.001.
- Pasaribu, G., Waluyo, T. K., Hastuti, N., Pari, G., & Sahara, E. (2016). Peningkatan kualitas tepung porang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 241–248. doi: 10.20886/jphh.2016.34.3.241-248
- Peraturan Menteri Kehutanan (2007). *Hasil hutan bukan kayu*. (Peraturan Menteri Kehutanan No.35/Menhut-II/2007). Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Pravina, P., Sayaji, D., & Avinash, M.. (2013). Calcium and its role in human body. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(2), 659-668.
- Pusat Litbang Porang Indonesia. (2013). Modul diseminasi budidaya dan pengembangan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai salah satu potensi bahan baku lokal. Universitas Brawijaya, Malang.
- Saputro, E.A, Lefiyanti, O. & Mastuti, E. (2014). Pemurnian tepung glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan proses ekstraksi/leaching dengan larutan etanol. *Prosiding Simposium Nasional RAPI XIII FT UMS* (hal K7-K13).

- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2013). *Serpib porang* (SNI 7939-2013). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tester, R., & Al-Ghazzewi, F. (2017). Glucomannans and nutrition. *Food Hydrocolloids*, 68, 246–254. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.05.017.
- Wardhani, D. H., Nugroho, F., Muslihudin, M., & Aryanti, N. (2016). Application of response surface method on purification of glucomannan from *Amorphophallus oncophyllus* by using 2-propanol. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 17(1), 63–74.
- Yanuriati, A., Marseno, D. W., Rochmadi, & Harmayani, E. (2017). Characteristics of glucomannan isolated from fresh tuber of porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Carbohydrate Polymers*, 156, 56–63. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.08.080.
- Zhang, Y. Q., Xie, B. J., & Gan, X. (2005). Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives. *Carbohydrate Polymers*, 60(1), 27–31. doi: 10.1016/j.carbpol.2004.11.003.