PENGARUH LAMA PENGGILINGAN DENGAN METODE *BALL MILL* TERHADAP RENDEMEN DAN KEMAMPUAN HIDRASI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)

The Effect of Grinding Duration Using Ball Mill on the Yield and Hydration Capability of Konjac Flour (Amorphophallus muelleri Blume)

Simon Bambang Widjanarko[1]*, Thabah Sigit Suwasito[1]

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145
*Penulis Korespondensi, Email: simonbw@ub.ac.id

ABSTRAK

Umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) mengandung glukomanan yang tinggi. Glukomanan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori sehingga berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada industri pangan. Saat ini masalah yang dihadapi dalam pengembangan porang di Indonesia adalah metode penepungannya yang masih menghasilkan rendemen tepung yang masih rendah dan ukuran granula yang relatif besar, sehingga kemampuan hidrasi tepungnya masih rendah. Untuk itu, diperlukan suatu metode penepungan baru yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan metode "*ball mill*". Penelitian penggilingan dengan metode *ball mill* ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu lama penggilingan. Faktor ini terdiri dari 5 level yaitu 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit dengan 4 kali pengulangan, sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Tepung porang perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan lama penggilingan 120 menit yang memiliki rerata kadar rendemen (83.34%) dan kemampuan hidrasi (47.96%).

Kata kunci : *Ball mill*, Glukomanan, Hidrasi, Rendemen

ABSTRACT

Konjac (Amorphophallus muelleri Blume) contains high glucomannan. Glucomannan is a water-soluble food fiber which has a strong hydrocolloid and low-calory feature. Therefore, it has a potential to be used in food industry. Nowadays, the problem of konjac development in Indonesia is that the method used during the flouring process still produces big size of granule and low flour yield. Thus, a new method was needed to overcome the problem. That method is called ball mill method. This research used Fully Randomised Design with one variable; grinding duration. This variable consisted of five level of grinding duration namely 40 minutes, 60 minutes, 80 minutes, 100 minutes, and 120 minutes that was repeated four times until retrieved 20 experiment units. The best flour was produced by using 120 minute grinding time with estimated yield level of 83.34% and hydration capability 47.96%.

Key word: Ball mill, Glucomannan, Hydration, Yield

PENDAHULUAN

Tepung porang merupakan produk olahan yang berasal dari umbi porang *(Amorphophallus muelleri* Blume*)*. Tepung porang memiliki kandungan glukomanan mencapai 64.98% [1]. Glukomanan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori sehingga berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada

industri pangan maupun bidang kesehatan. Hal ini menyebabkan pemanfaatan umbi porang menjadi tepung merupakan salah satu pilihan yang sangat tepat untuk memudahkan distribusi, penyimpanan serta pengolahannya lebih lanjut.

Saat ini masalah yang dihadapi dalam pengembangan porang sebagai bahan pangan di Indonesia adalah belum ditemukannya metode penepungan porang yang tepat untuk menghasilkan tepung yang berkualitas baik. Masih banyak kendala atau kekurangan yang muncul dari metode yang sedang dikembangkan saat ini, contohnya adalah *stamp mill*. Kendala tersebut salah satunya adalah proses penepungan kurang efisien, karena memerlukan waktu penepungan yang lama dan hanya menghasilkan tepung dengan rendemen yang rendah. Selain itu, penepungan masih menghasilkan ukuran granula yang relatif besar sehingga menyebabkan kemampuan hidrasi tepung rendah. Sifat tepung semacam ini dapat menghambat penggunaan tepung secara luas dalam berbagai produk pangan olahan dan dapat menghambat tingkat penerimaan produk tertentu oleh konsumen. Metode *stamp mill* memerlukan waktu penepungan antara 8-10 jam dan hanya menghasilkan rendemen 50-60% saja. Tepung yang dihasilkan berukuran antara 250-475 µm, sedangkan ukuran granula tepung yang diinginkan pada umumnya antara 75-125 µm [2]. Semua kendala tersebut perlu diatasi dengan adanya pengembangan metode penepungan lain yang mampu menutupi semua kekurangannya. Salah satunya adalah penepungan dengan metode "*ball mill*".

Metode *ball mill* ini berprinsip pada penghancuran bahan menggunakan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung horizontal yang berputar sehingga bola-bola akan terangkat pada sisi tabung kemudian jatuh ke bahan yang ditumbuk dan menyebabkan fragmentasi pada stuktur bahan menjadi ukuran yang sangat halus [3]. Keunggulan metode *ball mill* adalah waktu penepungan lebih cepat dan tepung yang dihasilkan relatif lebih halus sehingga mampu meningkatkan hidrasi tepung terhadap air. Dengan menggunakan penepungan *ball mill*, dari penggilingan awal 1.5 jam ukuran tepung berubah dari 657.3 µm menjadi 23.7 µm setelah penggilingan mencapai waktu 4 jam menggunakan *ball mill* tipe osilator buatan China yang dikombinasi dengan sistem kontrol suhu [4].

Parameter lama penggilingan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap hasil penepungan dengan metode *ball mill.* Parameter ini sangat erat kaitannya dengan efisiensi proses dan menentukan ukuran tepung yang dihasilkan. Hal ini akan berdampak pada sifat fisik maupun kimia tepung porang hasil penggilingan, termasuk jumlah rendemen tepung yang dihasilkan, sehingga perlu diketahui pengaruh lama penggilingan menggunakan metode *ball mill* terhadap kualitas tepung yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase rendemen tepung porang yang dihasilkan dengan metode *ball mill* pada lama penggilingan yang terbaik serta pengaruhnya terhadap kemampuan hidrasi tepung porang.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *chips* porang varietas lokal dengan umur penanaman selama 3-4 tahun dan berdiameter $\pm$ 15 cm yang diperoleh dari Desa Padas, Kecamatan Ngaganan, Madiun. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah aquades, asam format, NaOH, H_2SO_4, asam 3,5-dinitro salisilat, $CaCl_2$, *methyl red,* NH_4OH, dan HCl yang diperoleh dari CV. Makmur Sejati, Malang serta Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kabinet dryer buatan lokal hasil pengadaan I-MHERE, timbangan analitik merek Fomsonic, jangka sorong, *digital tachometer* merek Lutron DT-2234B, mesin blower model FM230L1 bertenaga 1 HP dengan voltase 230V/50Hz dan 2950 rpm, *cyclone* yang terbuat dari filamen fiber dan pipa PVC

dengan diameter ± 5 cm. Mesin penumbuk menggunakan *ball mill* berbentuk tabung baja horizontal berdiameter 20 cm dan panjang 40 cm dengan spesifikasi berat bola penumbuk 13.5 kg dan kapasitas total 15 kg, dengan kecepatan putar konstan 78 rpm. Sedangkan alat untuk analisis antara lain mikroskop cahaya, color reader merek Minolta, viskometer merek elcometer 2300 RV, timbangan analitik merek Denver Instrumen, *shaker waterbath* merek Memert, SEM (*Scanning Electron Microscope*) merek Hitachi Model TM300, spektrofotometer *single beam* merek 20D Plus Labomed, *muffle furnace* merek Thermolyne, spatula, dan *glassware* merek *Pyrex* & *Schoot Duran*.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan satu faktor yaitu lama penggilingan. Faktor ini terdiri dari 5 level lama penggilingan yaitu 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit dengan 4 kali pengulangan, sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Perbandingan massa porang dan massa bola penumbuk yang digunakan adalah 1 : 9, yaitu dengan massa 1.5 kg *chips* porang dan 13.5 kg bola penumbuk. Setiap satuan percobaan akan dilakukan dengan 4 tahapan yaitu dimulai dengan bola penumbuk berdiameter besar hingga kecil (5.4 cm, 4.45 cm, 3.5 cm, dan 2.4 cm) dengan faktor perlakuan sebagai berikut:

T1 : Penggilingan total waktu 40 menit dengan masing-masing tahap 10 menit.
T2 : Penggilingan total waktu 60 menit dengan masing-masing tahap 15 menit.
T3 : Penggilingan total waktu 80 menit dengan masing-masing tahap 20 menit.
T4 : Penggilingan total waktu 100 menit dengan masing-masing tahap 25 menit.
T5 : Penggilingan total waktu 120 menit dengan masing-masing tahap 30 menit.

Tahapan Penelitian

1. *Chips* porang ditimbang 1.5 kg dan dimasukkan ke dalam mesin penggilingan.
2. Penggilingan tahap 1, Sebanyak 21 bola penumbuk berdiameter 5.4 cm dimasukkan ke dalam mesin penggiling dan dilakukan penggilingan selama waktu yang ditentukan sesuai perlakuan.
3. Bola tahap 1 diambil dan diganti dengan bola tahap 2.
4. Penggilingan tahap 2, sebanyak 40 bola penumbuk berdiameter 4.45 cm dimasukkan ke dalam mesin penggiling dan dilakukan penggilingan dengan waktu yang ditentukan sesuai perlakuan.
5. Bola tahap 2 diambil dan diganti dengan bola tahap 3.
6. Penggilingan tahap 3, sebanyak 78 bola penumbuk berdiameter 3.5 cm dimasukkan ke dalam mesin penggiling dan dilakukan penggilingan dengan waktu yang ditentukan sesuai perlakuan.
7. Bola tahap 3 diambil dan diganti dengan bola tahap 4.
8. Penggilingan tahap 4, sebanyak 245 bola penumbuk berdiameter 2.4 cm dimasukkan ke dalam mesin penggiling dan dilakukan penggilingan dengan waktu yang ditentukan sesuai perlakuan.
9. Tepung porang yang dihasilkan kemudian difraksinasi dengan menggunakan sistem *cyclone* selama $\pm$ 5 menit sebanyak 3 kali untuk memaksimalkan pemisahan fraksi ringan dan berat.
10. Kemudian pada fraksi berat akan dilakukan analisis rendemen, analisis kemampuan hidrasi dan analisis perlakuan terbaik.

Prosedur Analisis

Pengamatan dilakukan pada produk hasil akhir penepungan porang metode *ball mill* dan fraksinasi dengan sistem *cyclone*. Parameter yang diamati meliputi analisis rendemen [5] dan analisis kemampuan hidrasi [6]. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) menggunakan program *Microsoft Excel*. Apabila dari hasil uji terdapat beda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 5% untuk melihat perbedaan antar

perlakuan. Pengamatan perlakuan terbaik yang dipilih terhadap proses penepungan porang metode *ball mill* dilakukan dengan menggunakan metode *Multiple atribute* [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah *chips* porang. Hasil analisis bahan baku *chips* porang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kimia dan Fisik Bahan Baku

Parameter	*Chips* Porang
	Hasil Analisis
Kadar Air (%)	6.82
Kadar Kalsium Oksalat (%)	3.08
Kadar Glukomanan (%)	30.61
Derajat Warna Putih (*)	49.05
Viskositas (c.Ps)	2031

Keterangan: * = tanpa satuan, dimana nilai 100 diasumsikan sebagai warna putih

Berdasarkan Tabel 1, bahan baku *chips* porang yang digunakan pada penelitian ini memiliki komponen yang paling dominan berupa glukomanan sebesar 30.61%. Komponen ini berperan penting dalam meningkatkan viskositas dan kemampuan hidrasi tepung porang dalam pemanfaatannya. Besar kecilnya kadar glukomanan pada *chips* porang ini tentu saja dipengaruhi oleh kandungan glukomanan pada kondisi masih dalam bentuk umbi dan juga perlakuan pengolahannya menjadi *chips*. Umur umbi, asal umbi, ukuran umbi, dan proses pengolahan umbi akan mempengaruhi kadar glukomanan pada kondisi setelah diolah menjadi *chips* maupun tepung. Kadar glukomanan *chips* porang sebesar 36.58% [2]. Hal ini didukung bahwa kadar glukomanan bervariasi yaitu dari 24.4-58.3% hingga 64.98% [8]. Tinggi rendahnya kadar glukomanan dalam umbi porang dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, variasi genetis tanaman, umur tanaman, lama waktu setelah panen, perlakuan menjelang pengeringan, bagian yang digiling, serta alat yang digunakan. Hal itulah yang memungkinkan adanya perbedaan kadar glukomanan antara hasil analisis dengan literatur. Sehingga untuk memaksimalkan kadar glukomanan pada kondisi tepung perlu dilakukan pemurnian lebih lanjut baik secara mekanis maupun kimiawi untuk mendapatkan tepung porang sesuai dengan standar mutu tepung porang yang diinginkan, yaitu kadar glukomanan yang tinggi, rendah kadar oksalat, protein, pati, lemak, dan komponen lainnya, serta memiliki warna yang cerah dan viskositas yang tinggi [9].

Rendemen

Rendemen tepung sangat penting dalam menggambarkan efisiensi proses penggilingan metode *ball mill* dan fraksinasi *cyclone* dalam menghasilkan tepung glukomanan yang baik. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata rendemen pada tepung porang fraksi berat akibat perlakuan penggilingan dan fraksinasi adalah berkisar antara 83.34% - 89.57% basis kering. Data nilai rendemen akibat pengaruh lama penggilingan serta fraksinasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunujukkan bahwa rerata rendemen tepung porang cenderung menurun dengan semakin lamanya waktu penggilingan. Rerata rendemen tertinggi tepung porang adalah pada perlakuan penggilingan 40 menit yaitu 89.57%. Selanjutnya mengalami penurunan nilai rendemen pada perlakuan 60, 80, 100 dan 120 menit yaitu berturut-turut 87.57%, 86.17%, 84.49% dan 83.34%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama penggilingan berpengaruh nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap rendemen tepung porang. Hal ini diduga terjadi karena semakin lama penggilingan maka ukuran tepung hasil penggilingan akan semakin kecil dan selanjutnya semakin kecil ukuran tepung maka rendemen akan

berkurang akibat perlakuan fraksinasi dalam *cyclone,* karena fraksi ringan tepung yang difraksinasi akan dihembuskan keluar (dibuang). Partikel yang memiliki densitas dan ukuran lebih besar akan turun/masuk ke penampungan berdasarkan gravitasi, sedangkan pertikel yang lebih kecil dan ringan akan bergerak seiring dengan hembusan angin, meninggalkan pusat ruangan pemisah [10].

.

Tabel 2. Rerata Rendemen Tepung Porang

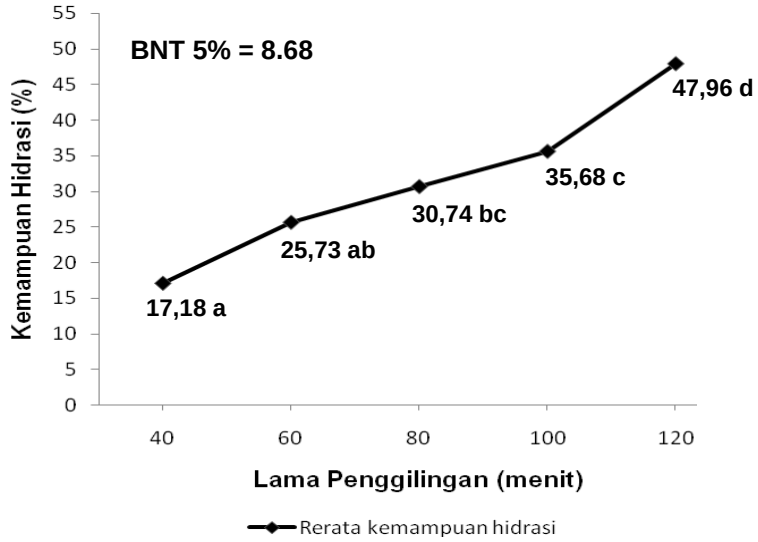
Perlakuan	Rerata	BNT 5%
40 menit	89.57 d	2.29
60 menit	87.57 cd	
80 menit	86.17 bc	
100 menit	84.49 ab	
120 menit	83.34 a	

Hal ini didukung juga oleh sebuah pernyataan bahwa dalam sistem *cyclone* terjadi pemanfaatan gaya sentrifugal dari aliran udara yang sengaja dihembuskan melalui tepi dinding tabung sehingga partikel yang relatif "berat" akan jatuh ke bawah. Semakin besar ukuran bahan makin cepat partikel tersebut diendapkan/dipisahkan. Sedangkan semakin kecil ukuran input / bahan yang masuk melalui *cyclone*, maka partikel berat yang tertampung semakin sedikit karena partikel yang relatif "ringan" akan terbawa oleh aliran udara keluar sistem *cyclone* [11]. Selain itu, diduga dipengaruhi oleh kondisi saat penggilingan. Diduga semakin lama waktu penggilingan maka semakin banyak tepung halus yang menempel pada bola penumbuk, sehingga ikut terambil saat penggantian ukuran bola penumbuk dan mengurangi rendemen tepung. Serta semakin lama waktu penggilingan maka diduga semakin halus tepung yang dihasilkan, sehingga dimungkinkan sedikit atau banyak akan tertinggal di dalam tabung *ball mill* akibat sulitnya pengambilan tepung tanpa tersisa karena hanya dilakukan secara manual. Apalagi sedikit atau banyak tepung yang semakin halus dan diambil secara manual, kemungkinannya tertiup angin maupun terjatuh dari penampungan saat pengambilan sangat tinggi, sehingga diduga dapat mengurangi rendemen. Oleh karena itu, pada penelitian ini lama waktu penggilingan memberikan pengaruh yang nyata terhadap menurunnya rendemen tepung porang hasil penggilingan metode *ball mill* dan difraksinasi dalam sistem *cyclone*.

Kemampuan Hidrasi

Kemampuan hidrasi menunjukkan seberapa besar kemampuan tepung porang dalam mengikat air apabila dibandingkan dengan tepung porang komersial sebagai titik acuan hidrasi terbaik dan dinyatakan dalam % hidrasi larutan. Kemampuan hidrasi tepung porang sebagai indikator yang menunjukkan seberapa besar kemurnian tepung glukomanan dan kemampuannya dalam mengikat air serta meningkatkan viskositas tepung. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata kemampuan hidrasi pada tepung porang fraksi berat akibat perlakuan penggilingan dan fraksinasi adalah berkisar antara 17.18% – 47.96%. Terjadi kecenderungan peningkatan nilai kemampuan hidrasi akibat pengaruh lama penggilingan serta fraksinasi yang disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada perlakuan lama penggilingan 120 menit berpengaruh terhadap kemampuan hidrasi tepung porang dan memiliki nilai kemampuan hidrasi tertinggi, yaitu 47.96%. Sedangkan pada perlakuan 40, 60, 80, dan 100 menit memiliki nilai kemampuan hidrasi yang lebih kecil, yaitu berturut-turut 17.18%, 25.73%, 30.74%, dan 35.68%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama penggilingan berpengaruh nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap kemampuan hidrasi tepung porang. Berdasarkan data analisis dapat dilihat bahwa lama penggilingan menyebabkan rerata kemampuan hidrasi tepung porang semakin meningkat mulai yang terendah 17.18% hingga yang tertinggi 47.96% pada lama penggilingan bertingkat dari 40, 60, 80, 100 dan 120 menit.



Gambar 1. Rerata Kemampuan Hidrasi

Peningkatan tersebut diduga karena adanya perbedaan ukuran granula tepung porang yang dihasilkan pada tiap perlakuan lama penggilingan. Semakin lama penggilingan maka diduga akan menghasilkan ukuran tepung yang semakin kecil/halus sehingga lebih banyak partikel tepung yang mampu berikatan dengan air. Ukuran granula tepung porang sangat berpengaruh terhadap kemampuan hidrasinya. Kecepatan reaksi hidrasi akan bertambah besar dengan semakin halusnya ukuran partikel. Sebaliknya, apabila ukuran partikel semakin kasar, reaksi hidrasi akan berjalan semakin lambat. Apabila ukuran partikel semakin halus, berarti luas permukaan total semakin besar. Bertambah luasnya permukaan menyebabkan kemungkinan terjadinya kontak antara air dengan permukaan butiran partikel akan menjadi lebih tinggi. Akibatnya kemungkinan terjadinya reaksi antara air dengan butiran partikel juga menjadi lebih besar sehingga kecepatan reaksi hidrasi bertambah besar [12]. Selain itu, kemampuan hidrasi juga akan dipengaruhi oleh umur simpan, komposisi, tingkat kehalusan, bahan tambahan dan temperatur [13]**.**

Pada umumnya, ukuran granula tepung yang besar mampu terdispersi dalam air dengan baik, namun butuh waktu lama dan biasanya memerlukan pemanasan dan pengadukan untuk mencapai viskositas maksimum. Hal ini karena pencapaian viskositas maksimum tergantung dari kecepatan hidrasi tepung, sedangkan hidrasi tepung berjalan sangat lambat pada suhu dingin maupun suhu ruang. Untuk meningkatkan kemampuan hidrasi biasanya dilakukan dengan melakukan pengecilan ukuran partikel. Sebuah paten menyebutkan bahwa pengecilan ukuran tepung secara konvensional tanpa adanya pengurangan panas selama proses biasanya mengakibatkan pencoklatan, bau terbakar dan kehilangan viskositas. Sebaliknya, apabila pengecilan ukuran granula dengan metode yang baik akan menghasilkan tepung porang yang mudah dan cepat terhidrasi pada air dingin maupun suhu ruang serta mampu mempertahankan viskositas puncak [6].

Kemampuan hidrasi akan berkaitan erat dengan viskositas tepung yang dihasilkan. Kemampuan hidrasi tepung porang yang bagus akan menghasilkan viskositas yang semakin tinggi juga. Parameter untuk tepung porang yang memiliki kecepatan hidrasi bagus biasanya ditandai dengan peningkatan persentase viskositas setidaknya 60% setelah waktu 10 menit, 80% setelah 20 menit, dan atau 80-100% setelah 30 menit [6]. Kemampuan hidrasi tepung porang pada penelitian ini belum cukup bagus yaitu antara 17.18% - 47.96%. Oleh karena itu, masih perlu adanya perlakuan lanjutan seperti pemurnian tepung secara kimiawi untuk meningkatkan kemampuan hidrasi tepung porang yang juga akan berpengaruh terhadap viskositas yang dihasilkan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama waktu penggilingan metode *ball mill* dan fraksinasi dalam sistem *cyclone* memberikan pengaruh nyata pada taraf (α=0.05) terhadap kadar rendemen dan kemampuan hidrasi. Semakin lama waktu penggilingan maka rendemen tepung porang akan menurun dan kemampuan hidrasi tepung porang semakin meningkat. Tepung porang perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan lama penggilingan 120 menit yang memiliki rerata kadar rendemen 83.34%, dan kemampuan hidrasi 47.96%.

DAFTAR PUSTAKA

1) Arifin, M. A. 2001. Pengeringan Kripik Umbi Iles-iles Secara Mekanik Untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles-iles. Thesis. Teknologi Pasca Panen. PPS. IPB
2) Dananjaya, N.O.S. 2010. Optimasi Proses Penepungan dengan Metode “Stamp Mill” dan Pemurnian Tepung Porang dengan Metode Ekstraksi Etanol Bertingkat Untuk Pengembangan Industri Tepung porang (*Amorphophallus oncopylus*). Skripsi. FTP. Universitas Brawijaya. Malang
3) Nurdiana, Fahlefi. 2010. Simulasi dengan Metode Monte Carlo untuk Proses Pembuatan Nano Material Menggunakan Ball Mill. Fakultas MIPA Universitas Indonesia. Depok
4) Li, Bi., Jun X, Yang W, Bijun X. 2005. Structure characterization and its antiobesity of ball-milled konjac flour. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University. Wuhan 430070. China
5) Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta
6) US Patent 5733593 A, 1998. Rapidly Hydratable Konjac Flour. FMC Corporation, Philadelphia, Pa.
7) Zeleny, M. 1982. Multiple Criteria Decision Making. Mc Graw-Hill. New York
8) Arisoesilaningsih E., Serafinah I, Rurini R, Adji A.R.F. 2009. Pemodelan Pertumbuhan Vegetatif dan Produksi Umbi Porang pada Beberapa Umur Tanaman, Kondisi Vegetasi, Tanah dan Iklim Agroforestri. Laporan Penelitian Staff Research Grant I-MHERE Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang
9) **Peiying, L., Z. Shenglin, Z. Guohua , C. Yan, O. Huaxue, H. Mei, W. Zhongfeng, X. Wei, and P. Hongyi. 2002. Professional Standart of The People Republic of China for Konjac Flour. NY/T : 494-2002**
10) Barbosa, Gustavo V., Enrique O.R, Pablo J, Hong Y. 2005. Food Powders. Kluwer Academic Plenum Publisher. New York
11) Fitrian, Wita K. 2012. Penanganan Limbah Padat, Cair dan Gas. http://www. Witasharer.blogspot.com. Tanggal akses: 21/05/2013
12) Hidayat, M. 2013. Reaksi Hidrasi Semen. http://www.maulana’s.blogspot.com. Tanggal akses: 21/05/2013
13) Se’re. 2010. Faktor Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Hidrasi Semen. http://www. se’re.blogspot.com. Tanggal akses: 21/05/2013