



Teknologi Hammer-Disc Mill untuk Pengolahan Tepung Porang Glukomanan

Gusri Akhyar Ibrahim^{1*}, Arinal Hamni², Subeki³, Muhammad Pandu Wibowo⁴, Tito Valiandra⁵, Dewi Sartika⁶

^{1,2,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

^{3,6} Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Penulis Korespondensi: gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

artikel masuk: 11-09-2023; artikel diterima: 25-09-2023

Abstract: The porang plant is Indonesia's leading commodity which is being developed in various regions, including in Lampung Province. Although the processing of porang tubers has been carried out by making dry chips, the processing into porang flour which produces glucomannan flour still faces obstacles. The milling process using the disc mill method seems to be ineffective in producing glucomannan flour. Therefore, this Community Service (PKM) activity in the form of dissemination aims to implement a Hammer-Disc Mill machine in the processing of porang flour so that it can obtain glucomannan flour better. The partners involved in this PKM are the Sapporo Women Farmers business group in Wono Kriyo Gading Rejo Pringsewu Village. In this activity, it is expected that the Hammer-Disc Mill machine can produce good glucomannan flour in one process. Apart from that, operators will also remind them to be proficient in using this machine to process porang flour. The results of this service activity include Hammer-Disc Mill machine patent products and publication of articles in accredited national journals and participation in national seminars. With the use of Hammer-Disc Mill machines and more efficient processing of porang flour, it is hoped that this PKM activity can provide significant benefits for the development of the glucomannan flour industry from porang plants, and can make a positive contribution in improving the welfare of partners involved in this activity.

Keywords: Porang, Glucomannan, Hammer-Disc Mill, Technology

Abstrak: Tanaman porang merupakan komoditi unggulan Indonesia yang sedang dikembangkan di berbagai daerah, termasuk di Provinsi Lampung. Meskipun pengolahan umbi porang telah dilakukan dengan membuat chip kering, namun proses pengolahan menjadi tepung porang yang menghasilkan tepung glukomanan masih menghadapi kendala. Proses penggilingan menggunakan metode disc mill tampaknya belum efektif untuk menghasilkan tepung glukomanan. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dalam bentuk diseminasi ini bertujuan untuk mengimplementasikan mesin Hammer-Disc Mill dalam proses pengolahan tepung porang sehingga dapat memperoleh tepung glukomanan dengan lebih baik. Mitra yang terlibat dalam PKM ini adalah kelompok usaha Wanita Tani Sapporo di

Desa Wono Kriyo Gading Rejo Pringsewu. Dalam kegiatan ini, diharapkan mesin Hammer-Disc Mill dapat menghasilkan tepung glukomanan yang baik dalam satu kali proses. Selain itu, operator juga akan dilatih agar mahir dalam menggunakan mesin ini untuk mengolah tepung porang. Hasil dari kegiatan pengabdian ini meliputi produk paten mesin Hammer-Disc Mill dan publikasi artikel di jurnal nasional terakreditasi serta partisipasi dalam seminar nasional. Dengan adanya penggunaan mesin Hammer-Disc Mill dan pengolahan tepung porang yang lebih efisien, diharapkan kegiatan PKM ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi pengembangan industri tepung glukomanan dari tanaman porang, serta dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kesejahteraan mitra yang terlibat dalam kegiatan ini.

Kata kunci: Porang, Glukomanan, Hammer-Disc Mill, Teknologi

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian, memprogramkan para petani untuk bertanam porang, yaitu tanaman umbi-umbian yang memiliki banyak manfaat dan bernilai ekonomi tinggi. Para petani di Provinsi Lampung juga digalakan untuk menanam tanaman porang sehingga banyak para petani yang berinvestasi untuk tanaman umbi-umbian jenis porang ini. Provinsi Lampung saat ini sedang banyak mengembangkan tanaman porang. Sebagian besar umbi diolah menjadi potongan-potongan kering atau chip, dimana selanjutnya adalah menjadi komoditi ekspor (Muhtarom, 2021).

Tanaman porang jenis umbi-umbian ini, mengandung unsur glukomanan yang digunakan sebagai makan sehat yang mengandung serat tinggi. Namun di dalam umbi porang mengandung banyak bahan lain, akan tetapi glukomanan satu diantara yang paling diminati. Kandungan glukomanan di dalam umbi porang, terdapat pada umbi yang sudah berumur 3 tahun ke atas, sementara bagi tanaman yang di bawah 3 tahun kandungan glukomanan tidak ada atau baru sedikit (Agustin, dkk., 2017; Putri, dkk., 2018). Tanaman porang yang sudah berumur lebih dari 3 tahun dengan umbi berukuran sedang dan kandungan glukomanan, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Umbi porang yang mengandung glukomanan telah berumur lebih dari 3 tahun.

Pengolahan umbi porang hingga menghasilkan tepung porang dan tepung glukomanan melibatkan proses yang panjang, dimana umbi porang dibuat chip, dikeringkan, ditepungkan, dipisahkan unsur yang ada di dalam tepung, termasuk glukomanan (Farida, dkk., 2012). Sebagian besar umbi porang yang ada di Lampung diproses hingga menjadi chip kering dan diekspor ke luar negeri. Sementara untuk pengolahan lebih lanjut menjadi tepung porang dan tepung glukomanan masih belum tersedia teknologinya, sehingga para petani tidak bisa membuat tepung porang. Kendala besar dihadapi ketika persediaan tepung porang dalam jumlah yang banyak, sementara harga chip untuk ekspor murah (Sitompul, dkk., 2018). Keadaan ini tidak menguntungkan bagi petani porang, karena proses mendapatkan umbi porang dengan kandungan glukomanan memakan waktu yang panjang.

Proses mendapatkan glukomanan dari umbi porang harus melalui proses penepungan chip porang kering dengan mesin penepung disc mill ataupun hammer-disc mill untuk mendapatkan ukuran tepung dengan mesh tertentu (Arifin, 2001; Harijati, dkk., 2020). Kemudian dilakukan pemisahan berdasarkan berat jenis tepung dengan metode peniupan udara pada kecepatan tertentu (Faridah, dkk., 2012). Saat ini proses penepungan irisan umbi porang banyak dilakukan menggunakan mesin disc mill, akan tetapi hasil yang diperoleh belum baik. Butiran glukomanan yang ada di dalam umbi porang belum terlepas dari umbi porang, karena ukuran yang sangat kecil dan sulit melepaskan diri dari ikatan bahan lain dalam umbi. Tepung porang hasil penepungan menggunakan mesin disc mill sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin disc mill dan tepung porang hasil penepungannya

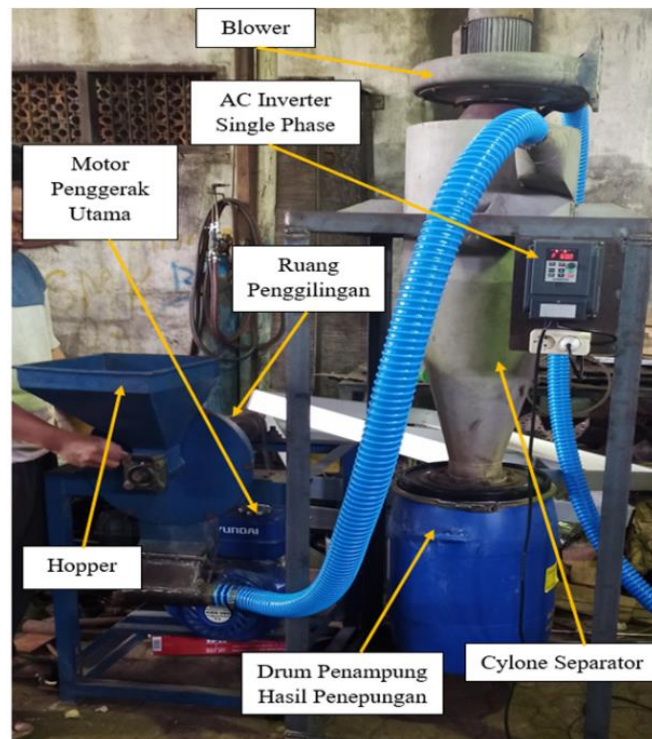
Kelompok Wanita Tani Sapporo adalah satu usaha pengolahan tepung porang menggunakan mesin disc mill, dimana proses penghancuran menggunakan gesekan sehingga butiran yang terbentuk kurang halus (Faridah, dkk., 2012). Hal ini belum menghasilkan tepung glukomanan dalam jumlah yang banyak, karena proses pelepasan menggunakan proses penumbukan. Sementara CV Muara adalah usaha yang bergerak dalam pembuatan mesin-mesin teknologi tepat guna yang bertempat di Kota Metro. Mitra Muara memiliki kemampuan untuk membuat unit mesin pengolahan tepung porang menjadi tepung glukomanan melalui proses penumpukan chip hingga menjadi tepung glukomanan. Penggabungan proses penumbukan dan penggesekan direkomendasikan dalam menghasilkan ukuran butir tepung yang lebih halus dan homogen.

Pemisahan glukomanan dengan tepung porang secara keseluruhan melibatkan dua proses utama yaitu proses penumbukan dan proses pemisahan. Proses penumbukan lebih efektif dilakukan menggunakan mekanisme tumbuk atau benturan antara dua bola dengan memanfaatkan momentum tumbukan. Sedangkan proses pemisahan dilakukan menggunakan tiupan udara dengan pertimbangan berat jenis butiran, sehingga dengan menggunakan tiupan udara dengan kecepatan tertentu mampu menghamburkan butiran pada jarak yang berbeda (Handayani, dkk., 2020). Mekanisme penumbukan dianggap proses yang serius karena membuat butiran pada besaran mesh yang kecil dan seragam. Untuk keseragaman menggunakan metode screen meshing, butiran yang sudah ukuran kecil akan melewati saringan sedangkan yang masih kasar atau besar akan dilakukan penumpukan secara kontiniu.mm

2. METODE

Partisipan kegiatan ini adalah anggota Kelompok Wanita Tani Sapporo, Desa Wonokriyo, Gading Rejo, Pringsewu. Selain itu, pembuatan mesin hammer-disc mill untuk pengolahan tepung porang ini memberdayakan mahasiswa dari Jurusan Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung. Beberapa dosen dari Jurusan Teknik Mesin dan Teknologi Hasil Pertanian

dalam merancang alat yang akan digunakan dan proses pengolahan tepung porang. Pembuatan alat hammer-disc mill yang akan diimplementasikan dibuat di CV Muara sebagai Mitra kedua kegiatan pengabdian ini.



Gambar 3. Mesin Hammer-Disc Mill yang digunakan pada pengolahan tepung porang.

Pembuatan hammer-disc mill dilakukan mengikuti standar penggunaan bahan, dimana material yang digunakan adalah stainless steel, karena harus terhindar dari kontaminasi karat. Rangka terbuat dari besi siku dengan mempertimbangan keseimbangan alat pada saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Bagian-bagian alat antaranya adalah drum, rangkat, belt, motor, gear box dan lain sebagainya.

Implementasi Mesin hammer-disc Mill ini dilakukan di Kelompok Wanita Tani (KWT) Sapporo, Desa Wonokriyo, Gading Rejo, Pringsewu. KWT ini memproduksi tepung glukomanan yang dipasarkan untuk keperluan pangan lokal. Pelaksanaan desiminasi mesin hammer-disc mill untuk pengolahan tepung porang akan dilaksanakan menggunakan metode sosialisasi, perencanaan, implementasi, dan evaluasi. Dengan melibatkan pihak pelaksana dan mitra secara bersama-sama. KWT Sapporo berhasil mengaplikasikan mesin hammer-disc mill untuk memproduksi tepung glukomanan secara baik, sebagaimana ditunjuk pada gambar 4.



Gambar 4. KWT Sapporo, Desa Wonokriyo, Gading Rejo, Pringsewu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil Mesin Hammer-Disc Mill

Mesin Hammer-Disc Mill yang dibuat, dirakit dan diimplementasikan pada KWT Sapporo, Desa Wonokriyo, Gading Rejo, Pringsewu. terdiri dari komponen utama mesin penggiling hammer-disc mill, hopper, cylone separator, inverter AC single Phase, blower, gearbox, motor listrik, dan drum penampung. Ruang penggiling dan cylone separator menggunakan bahan stainless steel karena mempertimbangkan higienitas bahan tepung.

Mesin penepung ini terdiri dari 2 mekanisme kerja mesin hammer mill dan disc mill, dimana ruang penggilingan mampu menampung 3 kg chip umbi porang kering, untuk satu kali proses penepungan. Tepung glukomanan hasil dari proses penepungan di ruang penggilingan dialirkan menuju cylone separator untuk dipisahkan antara glukomanan dengan kalsium oksalat atau sel patinya. Tepung hasil penggilingan yang dihisap ke cylone separator dibantu dengan menggunakan blower hisap 1 HP atau memiliki daya 746 watt. Kekuatan hisap aliran dapat dikendalikan menggunakan inverter AC single Phase untuk daya hisap yang baik dan stabil.

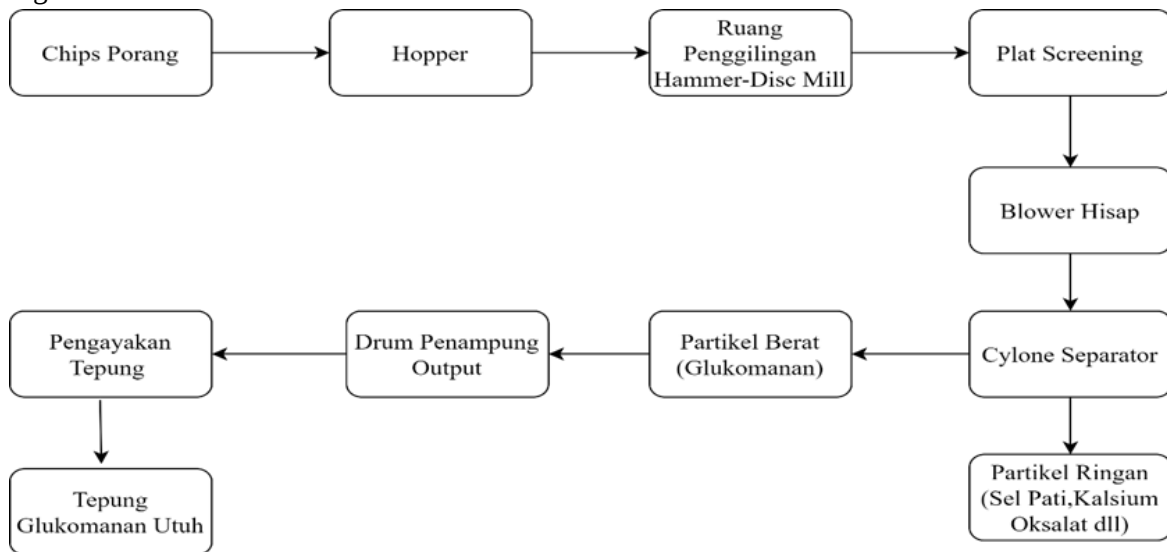
Di dalam komponen cylone separator dilakukan pemisahan antara partikel yang memiliki berat yang berbeda-beda dengan menggunakan efek vortex, dimana partikel yang ringan yaitu sel pati atau kalsium oksalat akan tertiuap keatas menuju saluran pembuangan output dan partikel yang berat akan turun ke bawah menuju drum penampung hasil. Glukomanan pada umbi porang mempunyai besar massa jenis yang lebih berat dibandingkan dengan kalsium oksalat dan sel pati. Dengan demikian proses pemisahan dapat berlangsung secara baik.

Cara Kerja Mesin Hammer-Disc Mill

Gambar 5 menunjukkan proses penepungan atau cara kerja mesin hammer-disc mill dimana proses penepungan umbi porang dimulai dengan persiapan bahan berupa chip porang kering yang telah dirajang atau dipotong tipis-tipis. Setelah itu, chip porang tersebut ditumbuk hingga menjadi potongan-potongan kecil agar lebih mudah untuk proses selanjutnya. Setelah chip porang siap, langkah berikutnya adalah memasukkan chip porang tersebut ke dalam hopper sesuai dengan massa chip yang telah ditentukan. Selanjutnya, chip porang akan masuk ke dalam ruang penggiling untuk dilakukan penggilingan menggunakan mesin hammer-disc mill dengan setelan kecepatan motor sebesar 3000 rpm dan jarak mata hammer 1 cm. Proses penggilingan ini akan mengubah chip porang menjadi partikel halus atau tepung. Tepung hasil penggilingan akan turun ke bawah corong output pada ruang penggiling. Selanjutnya, tepung porang akan disaring menggunakan plat screening

dengan ukuran diameter sebesar 1,0 mm. Proses penyaringan ini bertujuan untuk memastikan bahwa tepung porang memiliki ukuran partikel yang sesuai dengan standar yang diinginkan.

Langkah selanjutnya tepung akan dihisap oleh blower hisap menuju komponen cyclone separator untuk dilakukan pemisahan antara partikel yang memiliki berat yang berbeda-beda dengan menggunakan prinsip angin puting beliung atau efek vortex, dimana partikel yang ringan yaitu sel pati atau kalsium oksalat akan tertiup keatas menuju saluran pembuangan output dan partikel yang berat akan turun ke bawah menuju drum penampung hasil. Kemudian proses selanjutnya adalah hasil tepung yang ada di dalam drum penampung akan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan dengan ukuran diameter 40, 60, dan 80 mesh yang bertujuan agar tepung terpisah dari kotoran-kotoran yang ikut tercampur pada saat proses penepungan berlangsung, ketika sudah dilakukan proses pengayakan maka tepung tersebut akan menjadi tepung glukomanan yang utuh dan siap digunakan.



Gambar 5. Diagram Proses kerja Mesin Hammer-Disc Mill

Tepung Hasil Pengujian Mesin Hammer-Disc Mill

Proses pengujian terhadap mesin hammer-disc mill merupakan langkah penting dalam rangka mendapatkan prestasi dan kualitas hasil tepung tepung glukomanan yang optimal. Pengujian dilakukan secara bertahap dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter, di antaranya adalah massa input chip sebesar 1 kg, kecepatan putaran motor sebesar 3000 rpm, dan penyetulan jarak mata hammer ke dinding hammer sebesar 1 cm. Selain itu, kadar air dari chip umbi porang yang dimasukkan ke dalam ruang penggilingan juga dijaga agar tetap sebesar 11,5%. Kecepatan putaran motor blower atau daya hisap blower menuju cyclone separator diatur secara konstan sebesar 4000 rpm. Pengontrolan putaran motor blower dibantu oleh Inverter AC Single Phase untuk memastikan kestabilan dan konsistensi proses penepungan.

Tepung hasil penepungan dapat dilihat pada gambar 6. Hasil pengujian menunjukkan berat tepung sebelum diayak sebesar 650 gram, dengan menggunakan massa chip sebesar 1 kg, kecepatan putaran motor sebesar 3000 rpm, dan jarak mata hammer sebesar 1 cm. Selanjutnya, tepung tersebut diayak menggunakan ayakan 40, 60, dan 80 mesh untuk memastikan bahwa tepung glukomanan yang dihasilkan memiliki ukuran partikel yang sesuai dan bebas dari zat pengotor. Proses pengayakan ini bertujuan untuk mendapatkan tepung glukomanan utuh yang berkualitas tinggi, sehingga tepung dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri dan pangan tanpa adanya kandungan zat

pengotor yang dapat mempengaruhi kualitas dan keamanannya. Dengan hasil pengujian yang memuaskan dan proses pengayakan yang efektif, diharapkan tepung glukomanan yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas dan menjadi produk yang berkualitas tinggi dan dapat bersaing di pasar.



Gambar 6. Tepung glukomanan hasil proses penepungan yang masih tercampur

Tepung Glukomanan Hasil Proses Pengayakan

Gambar 7 menunjukkan tepung hasil ayakan dengan ukuran 40 mesh. Dalam kondisi ini, tepung glukomanan yang lolos dari ayakan 40 mesh masih mengandung banyak kotoran dan kerikil-kerikil kecil berwarna hitam, sehingga diperlukan pengayakan kembali untuk memperoleh tepung yang lebih bersih.

Pada Gambar 8, terlihat tepung hasil ayakan dengan ukuran 60 mesh. Tepung glukomanan yang lolos ayakan 60 mesh sudah terlihat lebih bersih dari kotoran berwarna hitam, meskipun masih mengandung partikel debu yang sangat halus. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gustina dkk (2022), partikel debu tersebut merupakan sel pati atau kalsium oksalat yang terkandung dalam tepung glukomanan yang lolos ayakan 60 mesh, sehingga perlu dilakukan pengayakan kembali. Gambar 9 menunjukkan tepung hasil ayakan dengan ukuran 80 mesh, dimana hanya tersisa sel pati atau kalsium oksalat dengan sedikit kandungan glukomanan. Dalam penelitian ini, tepung glukomanan diambil dari tepung glukomanan yang lolos ayakan 60 mesh dan terjebak di ayakan 80 mesh. Dengan kata lain, ukuran tepung glukomanan berkisar antara ukuran 60 hingga 80 mesh. Penelitian yang dilakukan oleh Gustina et al. (2022) menunjukkan bahwa ukuran diameter glukomanan terbesar terdapat pada ukuran 60-80 mesh.

Pada Gambar 10 menunjukkan kondisi tepung glukomanan dengan ukuran 60 hingga 80 mesh. Pada ukuran tersebut, tepung glukomanan memiliki kandungan glukomanan yang tinggi, bebas dari zat pengotor dan sudah sedikit mengandung sel pati atau kalsium oksalat.



Gambar 7. tepung glukomanan hasil ayakan dengan ukuran 40 mesh



Gambar 8. tepung glukomanan hasil ayakan dengan ukuran 60 mesh



Gambar 9. tepung glukomanan hasil ayakan dengan ukuran 80 mesh

Tepung glukomanan yang dihasilkan dari proses pengayakan dengan ukuran 60 hingga 80 mesh berjumlah 365 gram dari berat awal tepung glukomanan yang tercampur sebesar 650 gram. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dari massa input chip umbi porang sebesar 1 kg, mesin hammer-disc mill mampu menghasilkan tepung glukomanan bersih sebesar 365 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi penepungan mesin ini adalah sebesar 36,5%.

Efisiensi penepungan sebesar 36,5% mengindikasikan bahwa mesin hammer-disc mill ini mampu menghasilkan tepung glukomanan dengan mutu kualitas yang baik, sesuai dengan syarat dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 7939-2020 tentang tepung umbi porang. Gambar 10 menunjukkan detail mengenai kondisi tepung glukomanan hasil ayakan dengan ukuran 60 hingga 80 mesh..



Gambar 10. kondisi tepung glukomanan dengan ukuran 60 hingga 80 mesh

Uji Fisik Tepung Glukomanan

Untuk membuktikan bahwa pada ukuran diameter tepung glukomanan 60 hingga 80 mesh memiliki kandungan glukomanan yang tinggi, dilakukan uji fisik menggunakan rendaman air panas. Uji fisik pada tepung glukomanan dengan rendaman air panas sangat penting karena memberikan informasi mengenai kemampuan tepung glukomanan untuk menyerap dan membentuk gel saat terkena air panas. Tepung glukomanan memiliki kemampuan yang unik untuk membentuk gel yang kental dan stabil ketika terpapar air panas. Gel yang terbentuk ini memiliki sifat viskositas yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengental dalam berbagai aplikasi industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Hal ini terlihat pada Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Uji fisik kandungan glukomanan dengan rendaman air panas

Gambar 11 menunjukkan hasil uji fisik menggunakan rendaman air panas pada tepung glukomanan dengan ukuran diameter tepung antara 60 hingga 80 mesh dan berat sampel 0,5 gram, menunjukkan bahwa tepung glukomanan tersebut membentuk larutan yang sangat kental dan berubah menjadi gel yang sangat lengket. Sifat-sifat glukomanan yang telah diketahui, seperti kemampuannya membentuk larutan yang sangat kental, membentuk gel dengan penambahan air hangat, memiliki sifat merekat yang kuat dengan penambahan air hangat, dan mampu mengembang dalam air dengan daya pengembangan yang besar, juga terlihat pada hasil uji ini.

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa tepung glukomanan pada ukuran 60 hingga 80 mesh memiliki kandungan glukomanan yang dominan atau tinggi. Hal ini terlihat dari sifat-sifat yang dihasilkan saat sampel tepung glukomanan berinteraksi dengan air panas, seperti pembentukan larutan yang kental dan pembentukan gel yang lengket. Sifat-sifat ini menunjukkan bahwa tepung glukomanan dengan ukuran diameter 60 hingga 80 mesh memiliki kemampuan yang baik untuk digunakan sebagai bahan pengental dalam berbagai aplikasi industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Selain itu, hasil uji ini juga dapat menjadi dasar dalam menentukan dosis dan kondisi penggunaan tepung glukomanan secara optimal dalam berbagai produk dan aplikasi industri.

4. SIMPULAN

1. Mesin penepung yang diimplementasikan adalah mesin penepung berjenis hammer-disc mill, dimana mesin ini dapat menghasilkan tepung glukomanan sebesar 365 gram dari berat awal chip umbi porang sebesar 1 kg. Hal ini mengindikasikan bahwa mesin hammer-disc mill memiliki efisiensi penepungan yang baik sesuai Standar SNI 7939-2020 tentang tepung porang yaitu sebesar 36,5%.
2. Tepung glukomanan dengan kadar glukomanan yang dominan ada pada ukuran 60 s.d 80 mesh dimana secara visual tepung glukomanan terbebas dari zat pengotor atau sudah sedikit mengandung sel pati atau kalsium oksalat.
3. Hasil uji fisik menggunakan rendaman air panas menunjukkan bahwa tepung glukomanan dengan ukuran 60 s.d 80 mesh membentuk larutan yang sangat kental dan berubah menjadi gel yang sangat lengket. Sifat-sifat glukomanan yang telah diketahui, seperti kemampuannya membentuk larutan yang sangat kental, membentuk gel dengan penambahan air hangat, memiliki sifat merekat yang kuat dengan penambahan air hangat, dan mampu mengembang dalam air dengan daya pengembangan yang besar terlihat pada pengujian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Fakultas Teknik dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, R., T. Estiasih, dan A.K. Wardani, (2017). Penurunan oksalat pada proses perendaman umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) di berbagai konsentrasi asam asetat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 191-200.
- Arifin, M. A. (2001). Pengeringan Kripik Umbi Iles-Iles Secara Mekanik untuk Meningkatkan Mutu Kripik Iles-Iles. *Teknologi Pasca Panen*. PPS. IPB. Bogor.
- Faridah, A., S.B. Widjanarko, A. Sutrisno, dan B. Susilo. (2012). Optimasi produksi tepung porang dari chip porang secara mekanis dengan metode permukaan respons. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 158–166.
- Harijati, N., E. L. Arumingtyas, dan R. Handayani. (2011). Pengaruh Teknologi Pembuatan Tepung Porang Termodifikasi pemberian kalsium terhadap ukuran dan kerapatan kristal kalsium oksalat pada porang (*Amorphophallus muelleri blume*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1(2), 72-139.
- Handayani, T., Y.S. Aziz dan D. Herlinasari. (2020). Pembuatan dan uji mutu tepung umbi porang (*Amorphophallus Oncophyllus Prain*) di Kecamatan Ngrayun. *Jurnal Medfarm: Farmasi dan Kesehatan* 9(1), 13-21.
- Maulidya, R., Sekar, B.T., (2015), Pengaruh kecepatan putar dan waktu pada proses penepungan terhadap kualitas tepung glukomanan dari umbi porang dengan menggunakan proses fisik, Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Universitas Sepuluh Novermber, Surabaya.
- Muhtarom, I. (2021). Porang primadona baru pasar ekspor, permintaan dari luar negeri terus meningkat. <https://bisnis.tempo.co/read/1452510/porang-primadona-baru-pasar-ekspor-permintaan-dari-luar-negeri-terus-meningkat> [diakses tanggal 28 April 2021]
- Putri, N.A., H. Herlina, dan A. Subagio. (2018). Karakteristik mocaf (Modified Cassava Flour) berdasarkan metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 79-89.
- Simon, B.W. dan Thabah, S.S. (2014), Pengaruh lama penggilingan dengan metode hammer-disk mill terhadap tepung dan kemampuan hidrasi tepung porang, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 2, No. 1. Pp. 79-85.
- Sitompul, M.R., F. Suryana, D.S. Bhuana, dan Mahfud. (2018). Ekstraksi asam oksalat pada umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan metode mechanical separation. *JURNAL TEKNIK ITS*, 7(1), 135-137. Putrih