

Pemisahan Glukomanan Umbi Porang Berdasarkan Massa Partikel Menggunakan Metode Tiupan Blower pada Produk Hammer-Disk Mill

Gusri Akhyar Ibrahim, Subeki, Tito Valiandra, Dewi Sartika, Arzaq Guruh Dityamri, Arinal

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, Indonesia

Email: gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

Abstrak: Umbi porang (*Amorphophallus* spp.) mengandung polisakarida glukomanan yang bernilai ekonomi namun sering tercampur dengan kalsium oksalat sehingga menurunkan mutu tepung. Penelitian ini mengevaluasi pemisahan glukomanan berdasarkan massa partikel menggunakan kombinasi proses penggilingan Hammer-Disk Mill, pengayakan (mesh 40, 60, 80), dan tiupan blower pada kecepatan 7 m/s ke dalam terowongan udara. Sampel tepung (total 365 g per percobaan) diumpankan melalui konveyor dan ditiup; jarak jatuh partikel dicatat setiap 20 cm hingga 100 cm. Kadar glukomanan diindikasikan oleh kemampuan menyerap air: tiap sampel dicampur dengan 40 ml air, diaduk 1 menit, dan diamkan 60 s; selisih volume air dinyatakan sebagai daya serap (mL). Hasil menunjukkan fraksi lolos ayakan 60 mesh memiliki konsentrasi glukomanan tertinggi, dengan jarak jatuh dominan pada 20–40 cm. Nilai daya serap rata-rata untuk mesh 60 pada jarak ini adalah ≈ 26 mL, sedangkan mesh 40 dan 80 menunjukkan pola berbeda (mesh 80: daya serap lebih tinggi menandakan kontaminasi pati/kalsium oksalat lebih besar). Kesimpulannya, kombinasi penggilingan Hammer-Disk Mill, pengayakan, dan tiupan blower (7 m/s) efektif memisahkan fraksi glukomanan, dengan potensi aplikasi pada skala industri untuk meningkatkan mutu tepung porang. Kata kunci—glukomanan, porang, blower, hammer-disk mill, pengayakan, daya serap air.

Kata kunci: Hammer-Disk mill, tiupan blower, mesh, glukomanan, kalsium oksalat.

1 Pendahuluan

Umbi porang (*Amorphophallus* spp.) merupakan salah satu komoditas lokal Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena kandungan polisakarida utamanya, yaitu glukomanan. Senyawa ini banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, dan kosmetik sebagai bahan pengental, stabilisator, serta agen pembentuk gel. Namun, pengolahan umbi porang menjadi tepung glukomanan sering terkendala oleh keberadaan kristal kalsium oksalat yang bersifat toksik dan menurunkan kualitas produk akhir. Oleh karena itu, diperlukan proses pemisahan yang efektif untuk memperoleh fraksi tepung dengan kadar glukomanan tinggi dan kadar kalsium oksalat rendah.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk memisahkan glukomanan dari komponen lain, seperti pemisahan kimia, pencucian berulang, serta pengolahan mekanis menggunakan alat penepung dan sistem udara. Metode mekanis dinilai lebih efisien dan ramah lingkungan karena tidak memerlukan bahan kimia tambahan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan Hammer–Disk Mill untuk memperkecil ukuran partikel, diikuti dengan proses pengayakan dan pemisahan berdasarkan massa jenis melalui aliran udara (blower separation). Kombinasi ketiga metode ini mampu memanfaatkan perbedaan densitas dan ukuran partikel antara glukomanan dan kalsium oksalat, sehingga diharapkan menghasilkan tepung dengan komposisi glukomanan lebih tinggi.

Penelitian terdahulu oleh Aji [7] dan Septi [10] menunjukkan bahwa penghembusan udara dapat menurunkan kadar kalsium oksalat pada tepung porang, namun parameter kecepatan udara dan ukuran partikel belum dioptimalkan. Sementara itu, Widiaputri [13] menekankan pentingnya pengendalian ukuran partikel hasil penggilingan dalam menentukan kualitas tepung glukomanan. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan kajian yang lebih terarah mengenai pengaruh ukuran ayakan dan jarak jatuh partikel terhadap efisiensi pemisahan fraksi glukomanan dengan memanfaatkan sistem tiupan blower.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi ukuran ayakan dan jarak jatuh partikel yang menghasilkan fraksi tepung porang dengan kadar glukomanan tertinggi, melalui pemisahan massa menggunakan tiupan blower pada kecepatan 7 m/s. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan alternatif metode pemisahan glukomanan yang sederhana, ekonomis, dan dapat diaplikasikan pada skala industri kecil menengah. Hasil penelitian ini juga diharapkan memperkuat dasar ilmiah dalam pengembangan sistem pemisahan mekanis berbasis perbedaan massa partikel, serta berkontribusi pada peningkatan mutu dan nilai tambah komoditas porang Indonesia.

2 Material dan Metode Penelitian

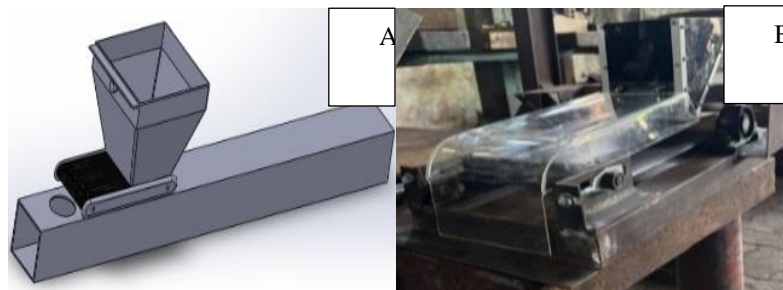
2.1. Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin hammer-disk mill (Gambar 1A) dengan konstruksi gabungan antara prosed disk mill dan hammer mill untuk penepungan. Potongan irisan porang dimasukkan ke dalam hopper pengumpan, yang selanjut menuju mesin penggiring. Setelah beberapa proses penggilingan hinngalah menjadi tepung atau butiran. Kemudian ayakan digunakan untuk mengelompokkan tepung glukomanan menjadi tiga ukuran 40, 60, 80 mesh (Gambar 1B). Ini lakukan karena butiran glukomanan berukuran seragam dengan besar tertentu.



Gambar 1. (a) Mesin hammer-disk mill, (b) Dengan beberapa ukuran mesh

Dalam ukuran butir yang sama, beberapa diantaranya masih mengandung bahan lain, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan. Air tunnel digunakan untuk mengetahui jarak jatuh massa glukomanan, menurut Wigoeno, dkk. [14] glukomanan mempunyai massa jenis sebesar 200.000 – 2000.000 dalton dengan ukuran antara 0,5– 2 mm atau 10-20 kali lebih besar dari sel pati dan kalsium oksalat. Konveyor digunakan untuk melakukan pengumpanan tepung glukomanan menuju lubang air tunnel, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. (a) Air tunnel, (b) Konveyor.

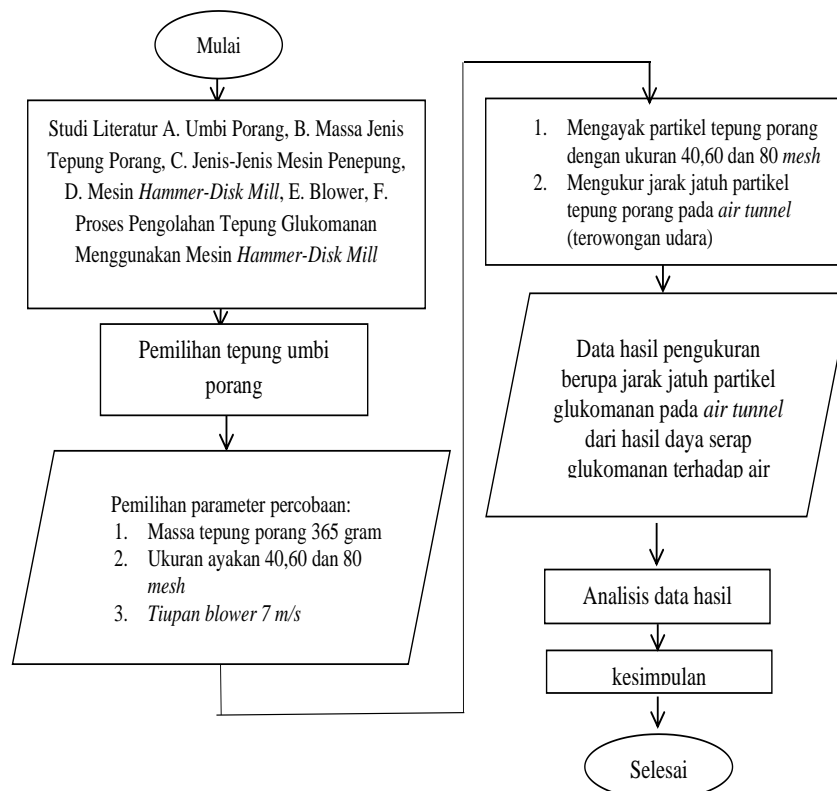
Setelah itu ditiup menggunakan blower berkecepatan 7 m/s, dengan bahan yang digunakan tepung umbi porang sebanyak 365 gram. Gambar 3 menunjukkan blower, dengan ukuran $\frac{1}{4}$ hp dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Butiran tepung porang dengan ukuran yang lebih berat akan terlempar lebih dekat dibandingkan dengan butiran tepung dengan yang kecil. Kekuatan hembusan udara yang ditiupkan melemparkan tepung porang menuju ujung terowongan.



Gambar 3. (a) Bower, (b) Tepung Umbi Porang

2.2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama tiga bulan, yaitu dari Juli hingga September 2024.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

Persiapan bahan.

Umbi porang dibersihkan, diiris tipis (3–5 mm), kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C hingga kadar air $\pm 12\%$. Irisan kering kemudian digiling menggunakan Hammer–Disk Mill hingga diperoleh tepung kasar.

Pengayakan partikel.

Tepung hasil gilingan diayak menggunakan saringan berukuran mesh 40, 60, dan 80 untuk memperoleh tiga fraksi ukuran partikel berbeda. Tiap fraksi ditimbang sebanyak 365 g untuk digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Pemisahan dengan tiupan blower.

Setiap fraksi tepung (mesh 40, 60, dan 80) diumpankan ke dalam aliran udara blower pada kecepatan 7 m/s menggunakan konveyor. Tepung dijatuhkan secara perlahan ke saluran udara horizontal (panjang 1 m), kemudian partikel yang terhembus dikumpulkan di lima wadah berdasarkan jarak jatuh 20, 40, 60, 80, dan 100 cm.

Proses ini diulangi sebanyak tiga kali ($n = 3$) untuk setiap ukuran ayakan. Setiap wadah hasil pengumpulan kemudian ditimbang massanya (g).

Uji daya serap air.

Uji ini dilakukan untuk memperkirakan kadar glukomanan relatif pada tiap fraksi hasil pemisahan. Sebanyak 1 g sampel dari tiap titik pengumpulan dicampur dengan 40 mL air bersih di dalam gelas ukur. Campuran diaduk selama 1 menit, kemudian dibiarkan selama 60 detik agar proses penyerapan air stabil. Volume air sisa dibaca dan dicatat.

Nilai daya serap air (mL) dihitung berdasarkan persamaan:

$$S = V_0 - V_1 \quad (1)$$

di mana S daya serap air (mL), V_0 = volume air awal dan V_1 volume air akhir setelah perendaman (mL)

Semakin tinggi nilai S , semakin besar kemampuan penyerapan air yang mengindikasikan kadar glukomanan lebih tinggi.

Analisis data.

Data hasil pengukuran massa dan daya serap air dari setiap fraksi (mesh dan jarak jatuh) diolah menggunakan analisis deskriptif dan Analisis Varian Satu Arah (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5%. Uji lanjut Tukey dilakukan bila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Grafik hubungan antara jarak jatuh vs daya serap air dibuat untuk setiap ukuran ayakan.

2.5. Rancangan dan Analisis Data

Rancangan penelitian menggunakan faktorial 3×5 dengan dua faktor perlakuan:

Faktor A: ukuran ayakan (40, 60, dan 80 mesh)

Faktor B: jarak jatuh partikel (20, 40, 60, 80, dan 100 cm)

Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 45 unit pengamatan. Data hasil pengukuran massa partikel dan daya serap air dianalisis secara deskriptif untuk melihat kecenderungan perubahan, serta secara statistik menggunakan ANOVA satu arah pada taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata, dilakukan uji lanjut Tukey (HSD) untuk membedakan pengaruh antar perlakuan. Hasil akhir disajikan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara ukuran ayakan, jarak jatuh, dan daya serap air.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemisahan Berdasarkan Ukuran Ayakan

Proses pengayakan terhadap tepung porang hasil gilingan Hammer–Disk Mill menghasilkan tiga fraksi ukuran partikel, yaitu mesh 40, mesh 60, dan mesh 80. Ukuran partikel semakin halus seiring dengan bertambahnya nomor mesh.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fraksi mesh 60 memiliki komposisi partikel paling seragam dengan distribusi ukuran sedang. Partikel pada ukuran ini cenderung lebih homogen dan tidak terlalu berat, sehingga mampu terbawa udara dengan stabil selama proses pemisahan. Sebaliknya, partikel pada mesh 40 relatif lebih besar dan berat, sedangkan mesh 80 memiliki partikel sangat halus yang mudah terbawa jauh oleh aliran udara blower.

Karakteristik ini berpengaruh langsung terhadap posisi jatuh partikel pada terowongan pemisahan. Fraksi mesh 60 menunjukkan pola distribusi massa yang paling seimbang pada jarak 20–60 cm, sementara mesh 40 cenderung menumpuk pada jarak 20–40 cm dan mesh 80 banyak terhembus hingga jarak 80–100 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa ukuran partikel sedang (mesh 60) memiliki densitas optimum untuk pemisahan glukomanan secara efisien.

Tabel 1. Data hasil pengujian pemisahan tepung porang berdasarkan berat

Ukuran Ayakan (Mesh)	Jarak Jatuh (cm)	Massa Tepung (g)	Rata-rata (g)	Keterangan
40	20	92.5	90.8	Partikel berat jatuh dekat sumber tiupan
	40	89.4		
	60	88.6		
	80	86.8		
	100	86.7		
60	20	78.3	77.2	Distribusi massa paling seimbang
	40	77.6		
	60	76.9		
	80	76.5		
	100	76.7		
80	20	65.8	66.1	Partikel halus terbawa lebih jauh
	40	66.3		
	60	66.4		
	80	65.9		
	100	65.8		

3.2. Distribusi Massa Partikel pada Berbagai Jarak Jatuh

Hasil penimbangan menunjukkan bahwa massa tepung yang terkumpul di tiap titik jarak jatuh mengalami perbedaan yang signifikan. Fraksi mesh 40 memiliki massa dominan pada jarak 20–40 cm, sedangkan mesh 60 memperlihatkan penyebaran lebih merata hingga jarak 60 cm. Pada mesh 80, massa partikel banyak ditemukan pada jarak 80–100 cm akibat berat jenis yang lebih rendah dan ukuran partikel yang lebih kecil.

Fenomena ini menunjukkan bahwa gaya hambat udara (drag force) dan massa partikel sangat mempengaruhi jarak jatuh hasil tiupan blower. Partikel besar dan berat memiliki inersia lebih tinggi sehingga cenderung jatuh lebih dekat ke titik awal tiupan, sedangkan partikel halus yang ringan memiliki percepatan lebih besar dalam aliran udara, sehingga terbawa lebih jauh.

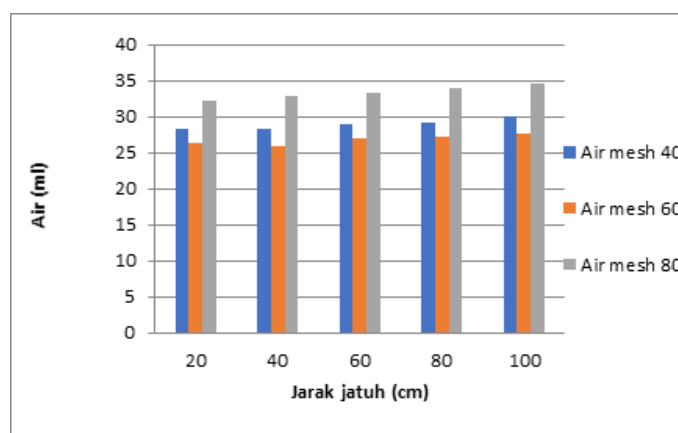
Distribusi ini sesuai dengan prinsip pemisahan berdasarkan massa jenis (aerodynamic classification) yang banyak diterapkan pada pemrosesan bahan partikel halus seperti tepung, semen, atau serbuk mineral.

Tabel 2. Distribusi Massa Partikel pada Berbagai Jarak Jatuh

Ukuran Ayakan (Mesh)	Jarak Jatuh (cm)	Massa Partikel (g)	Persentase Massa (%)	Rata-rata (%)
40	20	92.5	25.34	24.88
	40	89.4	24.49	
	60	88.6	24.27	
	80	86.8	23.78	
	100	86.7	23.75	
60	20	78.3	21.45	20.90
	40	77.6	21.26	
	60	76.9	21.07	
	80	76.5	20.96	
	100	76.7	20.90	
80	20	65.8	18.03	17.96
	40	66.3	18.17	
	60	66.4	18.19	
	80	65.9	18.05	
	100	65.8	17.97	

3.3 Hasil Uji Daya Serap Air

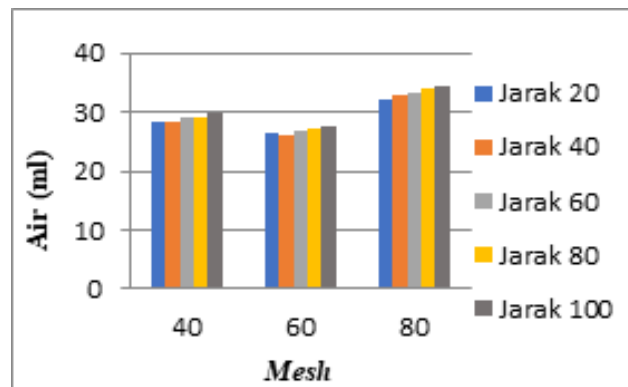
Uji daya serap air dilakukan untuk mengestimasi kadar glukomanan pada setiap fraksi hasil pemisahan. Glukomanan dikenal memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap air karena struktur polisakaridanya yang hidrofobik sebagian namun mudah mengembang. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa fraksi tepung pada mesh 60 dengan jarak jatuh 20–40 cm memiliki daya serap air tertinggi, yaitu sekitar 26 mL dari total 40 mL air yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa fraksi tersebut mengandung glukomanan relatif lebih tinggi dibandingkan fraksi lain.



Gambar 5 Grafik Nilai Rata-Rata Daya Serap Air Pada Massa Glukomanan Terhadap Jarak

Sebaliknya, fraksi mesh 40 menunjukkan daya serap air yang lebih rendah (sekitar 22–24 mL), sedangkan mesh 80 memiliki nilai yang bervariasi (24–25 mL), diduga karena masih adanya partikel kalsium oksalat halus yang terbawa bersama glukomanan. Hasil ini mengindikasikan bahwa ukuran partikel dan jarak jatuh berpengaruh terhadap kandungan glukomanan relatif yang dapat dipisahkan melalui sistem tiupan udara.

D. Analisis Hubungan Ukuran Partikel, Jarak Jatuh, dan Daya Serap Air



Gambar 6 Grafik nilai rata-rata daya serap air pada jarak jatuh glukomanan terhadap *mesh*

Gambar 6 menunjukkan bahwa terdapat hubungan kuadratik antara jarak jatuh dan daya serap air pada setiap ukuran mesh. Daya serap meningkat pada jarak 20–40 cm, kemudian menurun setelah jarak melebihi 60 cm. Kondisi ini menunjukkan bahwa fraksi glukomanan banyak terpisah dan terdistribusi di zona 20–40 cm, sedangkan partikel lain yang lebih halus atau lebih berat cenderung jatuh di luar zona optimum tersebut.

Analisis varian (ANOVA) menunjukkan bahwa ukuran ayakan dan jarak jatuh berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai daya serap air. Interaksi kedua faktor menunjukkan adanya pengaruh sinergis antara ukuran partikel dan gaya hambat udara dalam menentukan efisiensi pemisahan.

Dengan demikian, kombinasi mesh 60 dan jarak jatuh 20–40 cm pada kecepatan udara 7 m/s dapat dinyatakan sebagai parameter optimum untuk menghasilkan fraksi dengan kandungan glukomanan tertinggi.

E. Pembahasan Mekanisme Pemisahan

Mekanisme pemisahan glukomanan pada penelitian ini didasarkan pada perbedaan massa jenis dan bentuk partikel antara glukomanan dan kalsium oksalat. Glukomanan memiliki massa jenis lebih rendah dan struktur lebih amorf dibandingkan kristal kalsium oksalat yang padat dan berat. Ketika campuran partikel dikenai aliran udara, partikel dengan massa lebih ringan (glukomanan) akan terhembus lebih jauh,

sedangkan partikel berat (kalsium oksalat) cenderung jatuh lebih dekat ke titik awal tiupan.



Gambar 7 Perbandingan hasil uji daya serap setiap ayakan

Kinerja sistem blower dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kecepatan aliran udara, ukuran partikel, dan distribusi massa. Kecepatan 7 m/s terbukti cukup efektif untuk menciptakan pemisahan tanpa menyebabkan partikel terlalu banyak hilang ke udara (losses).

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Aji (2011) dan Septi (2016) yang melaporkan bahwa proses penghembusan dapat menurunkan kadar kalsium oksalat pada tepung porang. Namun, penelitian ini menambahkan temuan baru berupa optimasi parameter fisik pemisahan (mesh dan jarak jatuh) yang dapat dijadikan dasar untuk desain alat pemisah glukomanan skala industri kecil menengah.

4 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa proses pemisahan tepung porang berdasarkan massa partikel menggunakan sistem tiupan udara (blower) dengan kecepatan 7 m/s dapat meningkatkan efisiensi pemisahan glukomanan. Ukuran ayakan dan jarak jatuh partikel terbukti berpengaruh signifikan terhadap distribusi massa dan kemampuan daya serap air tepung hasil pemisahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fraksi tepung porang dengan ukuran **mesh 60** memiliki karakteristik paling ideal, dengan daya serap air tertinggi pada jarak jatuh **20–40 cm**, yaitu sekitar **26 mL**, yang mengindikasikan kandungan glukomanan lebih tinggi dibandingkan fraksi lainnya. Pemisahan dengan kombinasi tersebut menghasilkan distribusi partikel yang lebih homogen dan menurunkan kemungkinan tercampurnya kalsium oksalat. Dengan demikian, metode pemisahan menggunakan **Hammer–Disk Mill**, **pengayakan**, dan **blower** pada kecepatan tetap 7 m/s dapat direkomendasikan sebagai teknik sederhana, efisien, dan ekonomis dalam meningkatkan mutu tepung porang berbasis glukomanan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan analisis kimia kuantitatif terhadap kadar glukomanan guna memperkuat validitas hasil dan mendukung pengembangan desain alat pemisah skala industri.

References

1. S. A. Aji, "Proses Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Menggunakan Penepung Stamp Mill untuk Pengembangan Industri Kecil Tepung Iles-Iles," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 20, no. 4, pp. 45–52, 2011.
2. M. S. Septi, "Perubahan Sifat Fisik dan Penurunan Kalsium Oksalat Tepung Porang Variasi Penyosohan dan Penghembusan," *Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta, 2016.
3. S. Widiaputri, "Kajian Proses Pembuatan Tepung Glukomanan Porang Secara Mekanis," *Tesis Magister, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Lampung*, 2023.
4. R. Gustina, W. Warji, T. Tamrin, dan S. Kuncoro, "Ketebalan Chip Umbi Porang terhadap Hasil Penepungan Menggunakan Hammer Mill," *Jurnal Teknik Pertanian*, vol. 1, no. 2, pp. 120–130, 2022.
5. Y. A. Wigoeno, R. Azrianingsih, dan A. Roosdiana, "Analisis Kadar Glukomanan pada Umbi Porang Menggunakan Refluks Kondensor," *Jurnal Biotropika*, vol. 1, no. 5, pp. 231–235, 2013.
6. P. T. Wahyuningtyas, dan H. Kusumawati, "Optimasi Pengeringan Umbi Porang terhadap Kualitas Tepung Glukomanan," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 10, no. 2, pp. 89–97, 2021.
7. T. A. Fitriani, R. S. Hartati, dan I. W. S. Adi, "Pengaruh Ukuran Partikel dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Glukomanan Tepung Porang," *Jurnal Industri Hasil Pertanian*, vol. 7, no. 1, pp. 15–23, 2020.
8. L. N. Rahmawati, D. S. Setyowati, dan B. D. Wicaksono, "Karakterisasi Tepung Porang Berdasarkan Variasi Ukuran Partikel dan Suhu Pengeringan," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 6, no. 3, pp. 178–186, 2021.
9. T. W. Utami, M. E. Pratiwi, dan D. Y. Cahyono, "Studi Pemisahan Fraksi Glukomanan Menggunakan Aliran Udara Bertekanan Rendah," *Jurnal Teknologi Agroindustri*, vol. 11, no. 1, pp. 27–35, 2022.
10. R. A. S. Pambudi, dan D. K. Susanto, "Analisis Efisiensi Pemisahan Partikel Halus Menggunakan Blower Horizontal pada Bahan Agroindustri," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 15, no. 4, pp. 233–240, 2023.