

KAJIAN PEMURNIAN TEPUNG GLUKOMANAN PORANG
(Amorphophallus oncophyllus)

(Skripsi)

Oleh

Pupah Yanti
2014051011



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

KAJIAN PEMURNIAN TEPUNG GLUKOMANAN PORANG
(Amorphophallus oncophyllus)

Oleh

PUPAH YANTI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

STUDY ON THE PURIFICATION OF PORANG GLUCOMANNAN FLOUR (*Amorphophallus oncophyllus*)

By

PUPAH YANTI

Porang tubers (*Amorphophallus oncophyllus*) are plants that contain glucomannan, which is beneficial in the fields of food and health. The purification of glucomannan flour can be done in three ways: chemically, enzymatically, and mechanically, to achieve optimal glucomannan content > 90% and low oxalate calcium content. The aim of this study is to determine the effect of alcohol concentration and acidity level (pH) on the yield, glucomannan content, and calcium oxalate content of porang glucomannan flour and to determine the interaction of alcohol concentration and acidity level (pH) on the yield, glucomannan content, and calcium oxalate content of porang glucomannan flour. The research was arranged factorially in a Completely Randomized Block Design (RAKL) with 3 replications. The first factor is the addition of alcohol concentration (G) which consists of 5 levels, namely 45% (G₁), 55% (G₂), 65% (G₃), 75% (G₄), 85% (G₅). The second factor is the acidity level (pH) (F) which consists of 4 levels, namely 3 (F₁), 4 (F₂), 5 (F₃), 6 (F₄). This study consists of the process of extracting glucomannan mechanically with a hammer mill and disc mill, testing the crude glucomannan yield, glucomannan content, and calcium oxalate content to obtain the best treatment, which is then tested physically and chemically. The results showed that alcohol concentration and acidity level (pH) affected the yield (80,51–96,05), glucomannan content (80,50–96,49), and calcium oxalate content (0,059–0,187). Alcohol concentration of 85% and pH 5 (G₅F₃) produced the best glucomannan flour with a yield of 80,51%, glucomannan content of 96,49%, calcium oxalate of 0,059%, viscosity of 18200 cP, moisture content of 13%, ash content of 3,34%, protein content of 3,5%, loss on drying (LOD) of 7,5%, water binding capacity of 138%, chloride content of 0,02%, lead content of 1,31 ppm, starch content of 9,36%, fiber content of 1,2%, solubility in alcohol of 0,9%, and solubility in ether of 0,2%.

Keywords: Alcohol, glucomannan, calcium oxalate, porang

ABSTRAK

KAJIAN PEMURNIAN TEPUNG GLUKOMANAN PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*)

Oleh

PUPAH YANTI

Umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan tanaman yang mempunyai kandungan glukomanan yang bermanfaat dalam bidang pangan dan kesehatan. Pemurnian tepung glukomanan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu secara kimia, enzimatis, dan mekanis untuk mencapai kadar glukomanan optimal > 90% dan kadar kalsium oksalat rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh konsentrasi alkohol dan tingkat keasaman (pH) terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kadar kalsium oksalat tepung glukomanan porang serta menentukan interaksi konsentrasi alkohol dan tingkat keasaman (pH) terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang terbaik. Penelitian disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah penambahan konsentrasi alkohol (G) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu 45% (G₁), 55% (G₂), 65% (G₃), 75% (G₄), 85% (G₅). Faktor kedua adalah derajat keasaman (pH) (F) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu 3 (F₁), 4 (F₂), 5 (F₃), 6 (F₄). Penelitian ini terdiri atas proses ekstraksi glukomanan secara mekanis dengan *hammer mill* dan *disc mill*, pengujian rendemen glukomanan kasar, kadar glukomanan, kadar kalsium oksalat untuk mendapatkan perlakuan terbaik, yang kemudian diuji secara fisik dan kimia. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi alkohol dan tingkat keasaman (pH) berpengaruh terhadap rendemen (80,51–96,05), kadar glukomanan (80,50–96,49) dan kadar kalsium oksalat (0,059–0,187). Konsentrasi alkohol 85% dan pH 5 (G₅F₃) menghasilkan tepung glukomanan terbaik dengan rendemen 80,51%, kadar glukomanan 96,49%, kalsium oksalat 0,059%, viskositas 18200 cP, kadar air 13%, kadar abu 3,34%, kadar protein 3,5%, *Loss on drying* (LOD) 7,5%, daya ikat air 138%, kadar klorida 0,02%, kadar timbal 1,31 ppm, kadar pati 9,36%, kadar serat 1,2%, kelarutan dalam alkohol 0,9%, dan kelarutan dalam eter 0,2%.

Kata Kunci : Alkohol, glukomanan, kalsium oksalat, porang

Judul Skripsi

: **KAJIAN PEMURNIAN TEPUNG
GLUKOMANAN PORANG (*Amorphophallus
oncophyllus*)**

Nama Mahasiswa

: **Pupah Yanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014051011**

Program Studi

: **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas

: **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.
NIP. 19680409 199303 1 002

Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.
NIP. 19680807 199303 1 002

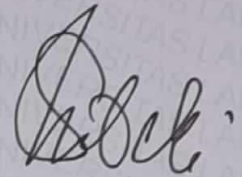
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 199803 1 005

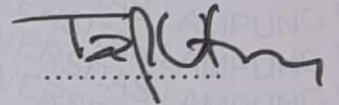
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**

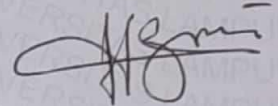


Sekretaris : **Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 Agustus 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Pupah Yanti

NPM : 2014051011

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan penelitian yang telah saya lakukan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah diduplikasi sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil karya dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2024
Pembuat pernyataan



Pupah Yanti
NPM 2014051011

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rejo Binangun, Raman Utara, Lampung Timur, Lampung pada tanggal 23 April 2000. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Almarhum Bapak Marimin dan Almarhumah Ibu Sumiyati. Penulis memiliki satu kakak laki-laki bernama Agus Susanto. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak PKK Rejo Binangun, Raman Utara, Lampung Timur pada Tahun 2008, Sekolah Dasar Negeri 3 Rejo Binangun, Raman Utara, Lampung Timur pada tahun 2014, Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 Lampung Timur pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Raman Utara, Lampung Timur pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan penerima beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIP-K).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bahway, Kec. Balik Bukit, Kab. Lampung Barat, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2023 sebagai Bendahara Kelompok KKN Desa. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN 7 Unit Bekri, Lampung Tengah, pada bulan Juni-Juli 2023 dengan judul laporan “Mempelajari Proses Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Bekri Lampung Tengah”. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan diantaranya: Anggota Muda UKM Pramuka Unila 2021, Anggota Muda HMJ THP FP Unila 2022, Sekretaris Divisi Medinfo UKM SH Terate Unila 2022, Anggota Divisi Sosmas

Forkom Bidikmisi/KIP-K Unila 2022-2023, Sekretaris Departemen Sosmas KMNU Unila 2023, Sekretaris Divisi Kepelatihan dan Ajaran UKM SH Terate Unila 2023. Penulis mendapatkan juara 2 kelas B putri pada Kejuaraan Pencak Silat Nasional-Internasional Lampung Berjaya Open III tahun 2022 dan mendapatkan Beasiswa Santri tahun 2022.

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirrahiim, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. atas nikmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Pemurnian Tepung Glukomanan Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)” dengan baik. Selama pelaksanaan penelitian dan proses penulisan skripsi, banyak pihak yang memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc., selaku ketua komisi pembimbing dan pembimbing akademik terimakasih atas bimbingan, bantuan bahan dan tempat penelitian, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis.
4. Bapak Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si., selaku anggota komisi pembimbing terimakasih atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis.
5. Bapak Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D., selaku pembahas terimakasih atas saran, evaluasi, dan motivasi terhadap karya penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium serta seluruh karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Orang tuaku tercinta, Alm. Bapak Marimin dan Almh. Mamak Sumiyati. Alhamdulillah kini penulis sudah berada di tahap ini, menyelesaikan karya

tulis sederhana ini sebagai perwujudan terakhir sebelum kalian berdua benar-benar pergi. Terimakasih sudah mengantarkan saya berada ditempat ini walaupun pada akhirnya saya harus berjuang sendiri tanpa penyemangat dari kalian berdua. Semoga Bapak dan Mamak ditempatkan di surganya Allah SWT.

8. Kakakku tercinta Agus Susanto terimakasih telah memberikan kasih sayang yang begitu besar, menjaga sekaligus menggantikan peran orang tua, selalu memotivasi, mendoakan, dan bekerja keras membiayai kuliah penulis hingga menjadi sarjana.
9. Mbah Kinem yang paling aku sayangi terimakasih telah merawat dan membesarkan penulis sedari tidak mengerti apa-apa hingga sampai saat ini, yang selalu melimpahkan kasih sayang, dukungan disetiap perjalanan penulis, dan mendoakan penulis di setiap sholatnya untuk keberhasilan cucu tercintanya.
10. Paman Supomo dan Bibi Daliyar terimakasih telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang seperti anak kandung, selalu memotivasi dan mendukung di setiap perjalanan penulis, serta membantu membiayai kuliah penulis hingga lulus S1. Adik Sepupuku Dimas Ardi Wibowo dan Rama Adi Saputra yang selalu membersamai penulis, terimakasih untuk doa dan dukungannya.
11. Keluarga Besar Mbah Mulyo Suwito (Alm), Keluarga Besar Mbah Sukri (Alm), Pakde-Bude, Paman-Bibi, dan Kakak-Adik Sepupu yang senantiasa memberikan motivasi, doa serta dukungan kepada penulis.
12. Rekan-rekan penelitian seperjuanganku di Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Pertanian Yana, Dimas, Revi, Kahfi, dan Nabila telah menemani, membantu, mendukung, mengingatkan serta menjadi tempat penulis untuk berkeluh kesah. Mba Melia Tri Anggraini, Mba Silaturahmi Widaputri, dan Mba Elva Marda Choirunnisa terimakasih atas pengalaman, segala bantuan, dukungan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
13. Sahabatku Yana, Iis, Arum, Arini, Diah, Fika, Mely, Erna, Intan, Hana, Febri, Mba Bella, Zalfa, Bang Dimas, Bang Dandi, Diki, Mba Aisah, Vivid, Rika,

Eva, Rosdiana, dan Deva yang selalu menghibur, menemani, membantu, dan mendukung penulis selama ini.

14. Teman-teman, abang-mba, dan adik-adik Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas dukungan semangat dan motivasi kepada penulis.
15. Semua pihak yang telah membantu serta dukungan kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan menyelesaikan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk karya yang lebih baik di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk kita semua.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2024

Penulis

Pupah Yanti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Umbi Porang.....	6
2.2 Kandungan Kimia Umbi Porang	7
2.3 Glukomanan.....	8
2.4 Kalsium Oksalat	11
2.5 Mesin Penepungan.....	12
2.5.1 <i>Hammer Mill</i>	12
2.5.2 <i>Disc Mill</i>	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4.1 Ekstraksi Glukomanan Umbi Porang.....	18
3.4.2 Pemurnian Glukomanan Porang	20

3.5 Pengamatan.....	21
3.5.1 Rendemen Glukomanan.....	22
3.5.2 Kadar Glukomanan	22
3.5.3 Kadar Kalsium Oksalat	25
3.5.4 Analisis Fisikokimia Tepung Glukomanan Porang	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Rendemen Glukomanan	34
4.2 Kadar Glukomanan.....	36
4.3 Kadar Kalsium Oksalat.....	39
4.4 Perlakuan Terbaik.....	41
4.5 Analisis Fisikokimia	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia umbi porang segar dan tepung porang.....	8
2. Kriteria mutu tepung glukomanan untuk bahan baku pangan	9
3. Indikator sifat fisikokimia tepung konjak glukomanan	10
4. Indikator fisikokimia dan kebersihan tepung konjac	10
5. Formula kombinasi perlakuan.....	17
6. Rekapitulasi hasil uji ortogonal polinomial	41
7. Hasil analisis fisikokimia tepung glukomanan umbi porang	43
8. Data rendemen	57
9. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) rendemen	58
10. Analisis ragam rendemen.....	59
11. Uji ortogonal polinomial rendemen	60
12. Data kadar glukomanan	61
13. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kadar glukomanan.....	62
14. Analisis ragam kadar glukomanan.....	63
15. Uji ortogonal polinomial kadar glukomanan	64
16. Data kalsium oksalat	65
17. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kalsium oksalat	66
18. Analisis ragam kalsium oksalat.....	67
19. Uji ortogonal polinomial kalsium oksalat.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Karakteristik porang.....	7
2. Sel glukomanan.....	8
3. Struktur glukomanan.....	9
4. Struktur kalsium oksalat.....	11
5. <i>Hammer mill</i>	12
6. <i>Disc mill</i>	14
7. Komponen penyusun <i>disc mill</i>	14
8. Diag alir pembuatan tepung glukomanan umbi porang.....	19
9. Diag alir pemurnian tepung glukomanan porang.....	21
10. Grafik rendemen tepung glukomanan porang.....	34
11. Grafik kadar glukomanan tepung glukomanan porang.....	37
12. Grafik kadar kalsium oksalat tepung glukomanan porang.....	39
13. Pembuatan tepung porang secara mekanis.....	69
14. Pemurnian tepung glukomanan porang.....	70
15. Analisis kadar glukomanan.....	71
16. Analisis kadar kalsium oksalat.....	72
17. Analisis fisikokimia glukomanan porang terbaik	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang melimpah. Umbi-umbian sebagai produk pangan yang bergizi dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan alternatif. Salah satu umbi-umbian yang saat ini populer dan banyak diminati adalah umbi porang (Wahyuni dkk., 2020). Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) adalah tanaman umbi-umbian yang tumbuh di hutan tropis dan banyak ditemukan di berbagai wilayah Indonesia. Menurut Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia (2021), produksi umbi porang di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 70–80 ribu ton, dengan luas lahan sebesar 7.000 ha dan produktivitas mencapai 8–10 ton/ha.

Umbi porang mempunyai kandungan glukomanan yang bermanfaat dalam bidang pangan dan kesehatan. Pemanfaatan umbi porang bagi kesehatan antara lain meningkatkan imunitas tubuh, kaya serat dan karbohidrat, cocok dikonsumsi dalam rangka diet khusus, menurunkan kolesterol, sebagai prebiotik dan membantu penyerapan kalsium dalam tubuh (Dewi dkk., 2015). Selain mengandung glukomanan, porang juga mengandung kalsium oksalat yang dapat menyebabkan rasa gatal pada mulut, berbahaya bagi kesehatan, dan dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal (Natalia dkk., 2015). Oleh karena itu, umbi porang harus diolah menjadi tepung glukomanan untuk menghilangkan racun kalsium oksalat sebelum dikonsumsi (Prayudyaningsih, 2015).

Senyawa oksalat pada umbi porang terdiri dari asam oksalat yang larut dalam air dan kristal kalsium oksalat yang tidak larut dalam air. Asam oksalat yang larut dalam air dapat dihilangkan dengan proses pencucian biasa (Koswara, 2013).

Sementara itu, kristal kalsium oksalat dapat dihilangkan dengan merendam umbi porang dalam larutan asam. Larutan asam yang telah digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya meliputi asam sitrat, larutan sari buah jeruk nipis, dan asam cuka (Agustin dkk., 2017; Purwaningsih dan Kuswiyanto, 2016).

Pemurnian tepung glukomanan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu secara kimia, enzimatis, dan mekanis. Hal ini, dilakukan untuk mendapatkan kadar glukomanan yang optimal > 90% dan kadar kalsium oksalat yang rendah (Widjanarko dkk., 2015). Proses pemurnian secara kimia dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain ekstraksi menggunakan pelarut etanol 95% (Haryani dan Hargono, 2008), maserasi, pencucian dengan etanol berkonsentrasi 40%, 60%, dan 80% (Widjanarko dan Sutrisno, 2010), pelarutan menggunakan air yang telah ditambahkan *trichloroacetic acid* (TAC) 5%, serta pemurnian secara enzimatis dengan enzim *alpha-amylase* (Saleh dkk., 2015). Kemudian proses pemurnian secara mekanis dengan cara penggilingan, peniupan, penggerusan, dan pengayakan. Menurut Widjanarko dkk (2015), glukomanan yang dimurnikan dengan metode penggilingan diiringi peniupan dapat memperoleh kadar glukomanan sebesar 83,34%, sehingga hasil yang diperoleh lebih banyak dibandingkan pemurnian secara kimia dan enzimatis (Pasaribu dkk., 2019).

Berdasarkan kelebihan proses pemurnian secara mekanis, pada penelitian ini dilakukan pemurnian secara mekanis dengan alat *hammer mill* dan *disc mill*. *Hammer mill* adalah mesin yang digunakan untuk menghancurkan bahan menjadi partikel berukuran lebih kecil. Prinsip kerja alat ini melibatkan penumbukan dan penekanan yang disertai dengan hembusan udara. Akibat gaya gravitasi, maka partikel berukuran besar akan jatuh di dekat aliran udara, sedangkan partikel berukuran kecil akan jatuh lebih jauh (Indriyani, 2019). Kadar glukomanan yang diperoleh dengan mesin *hammer mill* adalah 54,5% (Saleh dkk., 2015).

Disc mill merupakan alat yang menggabungkan antara *hammer mill* dan *roller mill* untuk mencacah, memukul, dan meniup bahan sehingga tepung yang dihasilkan lebih cepat halus. Pemisahan glukomanan dari zat pengotor (kalsium oksalat, pati dan serat) didasarkan pada ukuran granula, berat molekul, dan

densitas. Metode penggilingan dengan peniupan dapat digunakan untuk menghasilkan glukomanan murni. Berdasarkan hasil penelitian Faridah dkk (2010), pemisahan glukomanan dengan alat *disc mill* menghasilkan kadar glukomanan < 80% sehingga belum memenuhi standar komersial The ministry of the people's Republic of China (2002), dengan kadar glukomanan > 90% dalam standar mutu tepung konjac basis kering. Sehingga untuk memaksimalkan kandungan glukomanan, diperlukan 3 kali pemurnian lebih lanjut dengan penambahan alkohol untuk mencapai kadar glukomanan yang optimal sesuai standar. Inovasi penelitian tersebut menggunakan proses pemurnian kimia dengan pelarut alkohol untuk mencapai kadar glukomanan optimal, yaitu > 90% (Widjanarko dkk., 2015). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan pelarut alkohol terhadap pemurnian kadar glukomanan pada tepung glukomanan porang serta sifat fisik dan kimia glukomanan yang dihasilkan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh konsentrasi alkohol terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
2. Menentukan pengaruh tingkat keasaman (pH) terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
3. Menentukan interaksi konsentrasi alkohol dan tingkat keasaman (pH) terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

Umbi porang memiliki kandungan glukomanan yang tinggi sehingga dapat diolah lebih lanjut menjadi tepung glukomanan porang. Namun pada saat pengolahan, tepung glukomanan harus diekstraksi terlebih dahulu untuk menghilangkan zat pengotor seperti kandungan kalsium oksalat. Adanya kandungan kalsium oksalat

pada umbi porang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan seperti iritasi dan gatal pada kulit, serta apabila dikonsumsi berlebihan juga dapat menyebabkan penyakit gagal ginjal. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemurnian pada saat pengolahan tepung glukomanan untuk menghilangkan zat pengotor seperti kalsium oksalat.

Glukomanan dapat diperoleh dari umbi porang dengan tiga cara pemurnian, yaitu secara kimia, enzimatik, dan mekanis (Saleh dkk., 2015). Pemurnian secara mekanis dilakukan melalui proses penggilingan untuk memperkecil ukuran partikel dan diiringi dengan peniupan yang akan memisahkan glukomanan dari zat pengotor (kalsium oksalat, pati dan serat). Pemisahan ini akan dialirkan dengan alat penggiling tepung dengan peniupan *blower* berdasarkan ukuran granula, berat molekul, dan densitas. Sedangkan pemurnian secara kimiawi adalah dengan penambahan bahan kimia seperti alkohol atau etanol dan tingkat keasaman (pH). Pemurnian ini dapat mengetahui kadar glukomanan yang optimal dan memisahkan zat pengotor.

Pemurnian glukomanan dengan alkohol atau etanol menggunakan prinsip sentrifugasi. Penelitian mengenai pemurnian glukomanan secara kimiawi telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian yang dilakukan Pasaribu dkk (2019), tentang pemurnian dan ekstraksi tepung glukomanan porang dengan etanol (30%, 40%, dan 50%) dan natrium bisulfit (2%, 3%, dan 4%) diperoleh hasil kadar glukomanan yang meningkat dari 32,65% menjadi 83,96%. Kemudian Wardani dan Handrianto (2019), melakukan penelitian tentang perendaman tepung glukomanan porang dalam larutan sari buah jeruk nipis dengan konsentrasi 3%, 5%, dan 7% diperoleh hasil terbaik pada konsentrasi asam sitrat 5% dengan penurunan kadar kalsium oksalat sebesar 65,94%. Hasil dari beberapa penelitian tersebut masih kurang optimal sehingga perlu adanya pengembangan dari metode pemurnian glukomanan secara kimiawi. Oleh karena itu, pada penelitian ini pengembangan metode pemurnian glukomanan secara kimiawi dengan memodifikasi metode penelitian sebelumnya.

Pemurnian glukomanan dilakukan menggunakan pelarut alkohol dikarenakan memiliki sifat polar yang mengakibatkan kandungan tepung glukomanan porang seperti kalsium oksalat, pati, dan serat kasar akan terbawa oleh pelarut pada saat pemurnian (Kurniawati dan Widjanarko, 2010). Asam sitrat juga dapat menurunkan kadar kalsium oksalat, karena mengandung asam organik seperti asam askorbat yang mampu menembus dinding sel idioblas dimana kristal kalsium oksalat tersimpan (Wardani dan Handrianto, 2019). Kemudian kandungan glukomanan akan tetap dalam tepung glukomanan, sehingga hasil yang didapat adalah tepung glukomanan tanpa zat pengotor. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan ekstraksi dan pemurnian tepung glukomanan menggunakan penambahan konsentrasi alkohol 5 taraf berbeda, yaitu 45%, 55%, 65%, 75%, dan 85% dengan penambahan asam sitrat pada kondisi pH berbeda, yaitu 3, 4, 5, dan 6 dengan dilakukan pengadukan selama 1 jam. Pengamatan yang dilakukan meliputi rendemen glukomanan, kadar glukomanan, kadar kalsium oksalat, dan analisis fisikokimia.

1.4 Hipotesis

1. Konsentrasi alkohol berpengaruh terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
2. Tingkat keasaman (pH) berpengaruh terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
3. Terdapat interaksi konsentrasi alkohol dan tingkat keasaman (pH) dalam menghasilkan rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umbi Porang

Tumbuhan porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan salah satu tumbuhan yang termasuk ke dalam famili *Araceae* (talas-talasan) dan tergolong genus *Amorphophallus*. Beberapa jenis *Amorphophallus* yang ditemukan di Indonesia adalah *A.campanulatus* (suweg), *A.variabilis* (walur atau acung) dan *A.oncophyllus* (porang). Sebagai tanaman penghasil karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin, dan serat pangan umbi porang telah lama dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan diekspor sebagai bahan baku industri (Adahar dkk., 2023). Menurut Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia (2021), produksi umbi porang di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 70–80 ribu ton, dengan luas lahan sebesar 7.000 ha dan produktivitas mencapai 8–10 ton/ha.

Umbi porang merupakan tumbuhan semak dengan ciri morfologinya, yaitu memiliki umbi batang, tinggi berkisar 100–150 cm, tangkai dan daun berwarna hijau tua dengan bercak putih prismatik. Tanaman ini lebih menyukai lingkungan dengan tingkat naungan yang tinggi dan kelembaban cukup. Umbi porang tumbuh optimal pada ketinggian 100–600 m dpl, dengan suhu antara 25–35°C, dan curah hujan antara 300–500 mm/bulan selama pertumbuhan vegetatif (Sari dan Suhartati, 2015). Menurut penelitian Siswanto dan Karamina (2017), umbi porang juga tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki tingkat kesuburan tinggi, struktur gembur, dan tingkat keasaman relatif rendah dengan pH 6–7,5. Umbi porang dapat tumbuh di Indonesia karena penyebaran dari Negara India, Myanmar, dan Thailand (Jansen *et al.*, 1996). Menurut Sari dan Suhartati (2015), karakteristik tanaman dan umbi porang dapat dilihat pada Gambar 1.

Klasifikasi tanaman umbi porang adalah sebagai berikut:

Regnum : Plantae
 Sub Regnum : Tracheobionta
 Super Divisio : Spermatophyta
 Divisio : Magnoliophyta
 Class : Liliopsida
 Sub Class : Arecidae
 Ordo : Arales
 Familia : Araceae
 Genus : *Amorphophallus*
 Species : *Amorphophallus oncophyllus* Prain



(a)



(b)

Gambar 1. Karakteristik porang (a) tanaman porang, (b) umbi porang
 Sumber : Apu dkk (2022); Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang
 Indonesia (2013)

2.2 Kandungan Kimia Umbi Porang

Komposisi kimia umbi porang segar adalah air (83,3%), pati (7,65%), protein (0,92%), lemak (0,02%), serat kasar (2,5%), glukomanan (3,58%), abu (1,22%), logam Cu (0,09%), kalsium oksalat (0,19%) (Arifin, 2001), serta sedikit saponin dan alkaloid. Senyawa glukomanan yang terkandung dalam umbi porang adalah polisakarida yang berasal dari hemiselulosa terdiri atas rantai glukosa, manosa, dan galaktosa (Witoyo *et al.*, 2022). Komposisi kimia umbi porang segar dan tepung porang dapat dilihat pada Tabel 1.

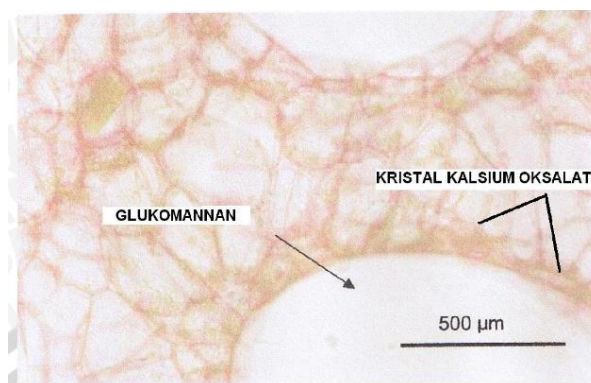
Table 1. Komposisi kimia umbi porang segar dan tepung porang

Unsur Kimia	Kandungan per 100 g bahan (bobot basah)	
	Umbi segar (%)	Tepung (%)
Air	83,30	6,80
Glukomanan	3,58	64,98
Pati	7,65	10,24
Protein	0,92	3,42
Lemak	0,02	-
Serat berat	2,50	5,90
Kalsium oksalat	0,19	-
Abu	1,22	7,88
Timbal (Cu)	0,09	0,13

Sumber : Arifin (2001)

2.3 Glukomanan

Glukomanan merupakan salah satu komponen kimia penting yang terdapat dalam umbi porang. Jika diiris dan diamati di bawah mikroskop, umbi porang akan menunjukkan bahwa sebagian besar umbinya tersusun atas sel-sel glukomanan. Sel-sel glukomanan berukuran 0,5–2 mm, lebih besar 10–20 kali dari sel pati (Yang *et al.*, 2017). Penampakan sel glukomanan dapat dilihat pada Gambar 2.

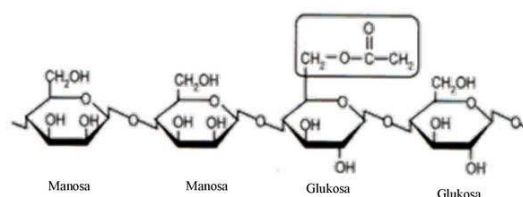


Gambar 2. Sel glukomanan

Sumber: Yuanita (2008)

Glukomanan adalah polisakarida yang tersusun oleh unit β -D-glukosa dan β -D-manosa dihubungkan dengan gugus asetil melalui ikatan β -1,4 dan β -1,6 glikosida. Kedua rantai ini merupakan rantai utama dalam glukomanan yang

masing-masing mengandung D-glukosa (33%) dan D-manosa (67%). Menurut Susanti (2014), berat molekul relatif yang dimiliki oleh glukomanan berkisar antara 200.000–2.000.000 Dalton, karena berat molekulnya relatif tinggi dapat menyebabkan pembentukan kristal dan struktur serat halus. Berbeda dengan selulosa dan galaktosa yang tidak memiliki karakteristik tersebut, sehingga glukomanan dapat digunakan di berbagai bidang industri (Wigoeno dkk., 2013). Struktur kimia glukomanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur glukomanan
Sumber: Nugraheni dkk (2018)

Glukomanan memiliki beberapa karakteristik seperti larut dalam air, membentuk larutan kental bersifat plastik, serta dapat membentuk gel dengan daya rekat kuat dalam air. Senyawa ini juga memiliki kemampuan mencair seperti agar, stabil dalam kondisi asam, dapat membentuk lapisan tipis yang transparan dan tetap stabil pada konsentrasi garam yang tinggi (Mulyono, 2010). Kriteria mutu tepung glukomanan untuk bahan baku pangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Kriteria mutu tepung glukomanan untuk bahan baku pangan

Kriteria	Kategori Mutu		
	Utama	I	II
Berat per kemasan (kg)	20	20	20
Kadar air (%)	<12	<14	<14
Tinggi kehalusan	Sangat halus	Halus	Agak halus
Warna	Putih mengkilap	Putih	Agak putih
Bahan tambahan	Negatif	Negatif	Negatif
Residu sulfit (g/kg)	<0,6	<0,6	<0,9

Sumber : Mulyono (2010)

Menurut Nurjanah (2010), warna tepung glukomanan menjadi faktor utama yang mempengaruhi kualitas tepung glukomanan. Beberapa faktor yang dapat

mempengaruhi keputihan tepung glukomanan antara lain suhu, kandungan kalsium oksalat, dan kandungan pati. Tingkat keputihan yang tinggi pada bubuk glukomanan menunjukkan kualitas yang lebih baik karena tidak mengubah sifat organoleptik produk yang dihasilkan, terutama dalam industri pangan. Selain itu, semakin baik kualitas tepung glukomanan yang dihasilkan maka semakin tinggi pula nilai ekonomis atau daya jual tepung tersebut. Indikator fisiko-kimia dan kebersihan tepung konjak dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Table 3. Indikator sifat fisikokimia tepung konjak glukomanan

Indikator fisiko-kimia	Konjak glukomanan
<i>Loss on drying</i> (%)	≤ 8
Pati (%)	≤ 1
Protein (%)	$\leq 1,5$
Viskositas (1% larutan) (kg/m.s)	≤ 20
Larut dalam eter (%)	$\leq 0,5$
Kadar sulfit (SO ₂) (mg/kg)	≤ 4
Klorida (%)	$\leq 0,02$
Larut dalam alkohol (%)	$\leq 2,0$
Total abu (%)	$\leq 2,0$
Pb (timbang) (mg/kg)	1,0

Sumber : Commision Regulation (EU) No 231/2012 Konjac Glucomannan (E 425 ii) (Mortensen *et al.*, 2017)

Table 4. Indikator fisikokimia dan kebersihan tepung konjak

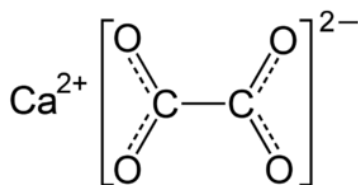
Indikator Fisik-Kimia dan Kebersihan	Tepung Konjak Umum			Tepung Konjak Dimurnikan	
	Mutu Utama	Mutu I	Mutu II	Mutu Utama	Mutu I
Viskositas (rotator #4, 12r/mnt, 30°C) mPa • s	$\geq 22\ 000$	$\geq 18\ 000$	$\geq 14\ 000$	$\geq 32\ 000$	$\geq 28\ 000$
Glukomanan (dalam basis kering) (%)	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 90	≥ 85
Sulfur dioksida (g/kg)	$\leq 1,6$	$\leq 1,8$	$\leq 2,0$	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$
Air (%)	$\leq 11,0$	$\leq 12,0$	$\leq 13,0$	$\leq 10,0$	
Abu (%)	$\leq 4,5$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 3,0$	
Kandungan pasir (mg/kg)		$\leq 0,04$		$\leq 0,04$	
Timbal (berdasarkan Pb) (mg/kg)		$\leq 1,0$		$\leq 1,0$	
Ukuran partikel (<i>mesh</i>)			≥ 90		

Sumber : The ministry of the people's Republic of China (2002)

2.4 Kalsium Oksalat

Senyawa dengan rumus kimia $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2$ ini memiliki dua gugus hidroksil yang termasuk dalam golongan senyawa asam karboksilat. Kalsium oksalat terdapat dua macam, yaitu senyawa yang dapat larut dalam air dan tidak larut dalam air. Asam oksalat jika dilarutkan dalam air akan melepaskan ion H^+ dan menyebabkan disosiasi sehingga sifatnya relatif kuat. Senyawa ini tidak hanya terdapat pada umbi porang saja, tetapi juga pada jenis umbi-umbian lain seperti umbi senthe, umbi kimpul, dan umbi talas. Tanaman yang terdapat senyawa oksalat biasanya akan membentuk cairan sel berupa asam ataupun kalsium (Candra, 2011).

Kalsium oksalat dapat menyebabkan iritasi, gatal, dan sensasi terbakar pada kulit, mulut, dan saluran pencernaan jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan. Hal ini disebabkan karena kristal kalsium oksalat yang terbungkus kapsul transparan berisi cairan dapat menembus jaringan sel. Sebagai senyawa antinutrisi, kalsium oksalat dapat mengganggu penyerapan mineral dalam tubuh seperti zat besi dan kalsium. Mengonsumsi makanan yang mengandung senyawa oksalat secara berlebihan dan terus-menerus dapat meningkatkan resiko penyakit batu ginjal. Kalsium oksalat akan membentuk senyawa yang tidak larut dalam air, sehingga sulit untuk diserap oleh tubuh (Candra, 2011). Oleh karena itu, diperlukan upaya pasca panen untuk mengurangi adanya kandungan oksalat yang masih berlebih guna mencegah timbulnya rasa gatal dan iritasi kulit selama proses ekstraksi. Struktur dari kalsium oksalat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kalsium oksalat
Sumber: Chairiyah dkk (2021)

2.5 Mesin Penepungan

2.5.1 *Hammer Mill*

Hammer mill adalah mesin yang digunakan untuk menghancurkan bahan menjadi partikel yang lebih kecil. Mesin ini dilengkapi dengan ulir pembawa bahan dan lubang pemasukan (*hopper*) yang berukuran 2 cm x 38 cm. Unit *hammer mill* terbuat dari bahan *stainless steel* dengan diameter 25 cm, panjang 50 cm, serta lebar 43 cm. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan kinerja mesin ini, diperlukan komponen tambahan seperti *hopper* untuk memasukkan bahan, *feeder* untuk mengatur aliran bahan, dan magnet untuk mencegah masuknya bahan yang mengandung logam masuk ke dalam ruang penggilingan. Sehingga, secara keseluruhan mesin *hammer mill* terdiri dari palu-palu, rotor, saringan, *hopper*, *feeder*, dan magnet (Kurniawan dan Kusnaty, 2016). Alat *hammer mill* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Hammer mill*
Sumber: Astro (2023)

Menurut Purnomo dan Setiaji (2013), penggunaan mesin *hammer mill* memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

1. Memiliki konstruksi sederhana.
2. Bahan yang akan diolah tidak perlu dalam kondisi kering.
3. Biaya operasi dan perawatan relatif murah
4. Jarang mengalami kerusakan akibat benda asing yang tercampur dengan

bahan.

5. Memiliki kapasitas penepungan yang besar.

Namun, penggunaan mesin *hammer mill* juga memiliki kekurangan, yaitu:

1. Hasil penggilingan tidak menghasilkan partikel dengan ukuran yang seragam.
2. Biaya pemasangan masih terbilang cukup tinggi.
3. Memerlukan tenaga yang besar saat memulai penggilingan.
4. Efisiensi energinya masih relatif rendah.

2.5.2 *Disc Mill*

Disc mill adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan tepung dengan kehalusan tertentu dari bahan baku kasar atau biji-bijian kering. Mesin *disc mill* terbagi menjadi tiga jenis, yaitu *single disc mill*, *double disc mill*, dan *buhr mill*. Pada *single disc mill*, bahan yang akan dihancurkan melewati dua cakram (Rangkuti dkk., 2012). Cakram pertama berputar sementara cakram lainnya tetap diam. Efek penyobekan terjadi karena adanya pergerakan salah satu cakram, serta bahan juga mengalami gesekan antara lekukan pada cakram dan dinding alat. Jarak antara cakram dapat diatur sesuai dengan ukuran bahan dan hasil yang diinginkan. Pada *double disc mill*, kedua cakram berputar berlawanan arah sehingga efek penyobekan pada bahan jauh lebih kuat dibandingkan *single disc mill* (Rangkuti dkk., 2012). Interpretasi bentuk *disc mill* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Disc mill*
Sumber: Maksindo (2022)

Bagian-bagian *disc mill* terdiri dari corong pemasukan, lubang pemasukan, *screen filter*, *disc* penggiling dinamis, corong pengeluaran, motor, pengunci, dan *disc* penggiling statis. Prinsip kerja *disc mill* didasarkan pada gaya sobek dan gaya pukul. Bahan yang akan dihancurkan berada di antara dinding penutup dan cakram berputar. Bahan tersebut mengalami gaya gesek akibat lekukan- lekukan pada cakram dan dinding alat. Gaya pukul terbentuk karena adanya logam- logam yang dipasang pada posisi yang sesuai (Rangkuti dkk., 2012). Komponen-komponen *disc mill* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Komponen penyusun *disc mill*
Sumber: Efendi dan Suhartono (2019)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2024 – Mei 2024 di KWT Sapporo, Wonokriyo, Kecamatan Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu, Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, serta UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT), Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) yang diperoleh dari petani umbi porang di daerah Waringinsari, Kecamatan Adi Luwih, Kabupaten Pringsewu, air, garam dapur (NaCl) merk refina, fenol, natrium hidroksida (NaOH), aquades, natrium bisulfit (NaHSO₃), natrium kalium tartrat (KNaC₄H₄O₆·4H₂O), dinitrosalicylic acid 1%, asam formiat, glukosa, asam sulfat (H₂SO₄), asam klorida (HCl), kalium permanganat (KMnO₄), selenium (SeO₂), kalium sulfat (K₂SO₄), asam borat (H₃BO₃), metil merah, metil biru, alkohol 96%, kalium kromat (K₂CrO₄), perak nitrat (AgNO₃), natrium klorida (NaCl), asam nitrat (HNO₃), asam fluorida (HF), sulfat tembaga (II) pentahidrat (CuSO₄·5H₂O), asam sitrat, soda murni (Na₂CO₃·10H₂O), tembaga sulfat (CuSO₄), larutan luff schoorl, kalium iodida (KI), natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃), dan polyethylene eter.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, ember, *hammer mill*, *disc mill* FFC-15 merk maksindo, *blower*, saringan ukuran 40 dan 60 *mesh*, pipa

PVC ukuran 3 inch, sambungan elbow pipa 90° dan 45° merk rucika, pH meter, botol 500 mL, *magnetic stirrer*, loyang, timbangan analitik, gelas beaker, gelas ukur, labu ukur, tabung reaksi, plastik, vortex mixer, *water bath*, thermometer, kertas saring, rubber bulb, pipet volumetrik, aluminium foil, spektrofotometer UV-VIS, kuvet, labu erlenmeyer, buret, statif, cawan porselin, oven, desikator, tang penjepit, extraction mantle, refluks, oven tanur, labu kjeldahl, labu destilasi, *centrifuge*, tabung *centrifuge*, dan viskometer.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah penambahan konsentrasi alkohol (G) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu 45% (G₁), 55% (G₂), 65% (G₃), 75% (G₄), 85% (G₅). Faktor kedua adalah tingkat keasaman (pH) (F) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu 3 (F₁), 4 (F₂), 5 (F₃), 6 (F₄). Penelitian ini terdapat 20 kombinasi perlakuan yang akan dicoba dan dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5. Formula kombinasi perlakuan

Perlakuan		
Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
G ₃ F ₂	G ₄ F ₃	G ₄ F ₃
G ₂ F ₄	G ₅ F ₃	G ₅ F ₂
G ₂ F ₃	G ₁ F ₂	G ₄ F ₁
G ₅ F ₃	G ₂ F ₃	G ₁ F ₄
G ₃ F ₁	G ₅ F ₄	G ₁ F ₁
G ₅ F ₂	G ₃ F ₂	G ₃ F ₄
G ₅ F ₄	G ₁ F ₃	G ₁ F ₃
G ₃ F ₃	G ₄ F ₂	G ₂ F ₄
G ₁ F ₃	G ₃ F ₃	G ₂ F ₂
G ₂ F ₂	G ₂ F ₁	G ₃ F ₃
G ₂ F ₁	G ₅ F ₁	G ₅ F ₄
G ₄ F ₄	G ₂ F ₂	G ₃ F ₂
G ₄ F ₃	G ₁ F ₁	G ₅ F ₁
G ₄ F ₂	G ₄ F ₄	G ₁ F ₂
G ₄ F ₁	G ₁ F ₄	G ₅ F ₃
G ₃ F ₄	G ₅ F ₂	G ₂ F ₁
G ₅ F ₁	G ₂ F ₄	G ₃ F ₁
G ₁ F ₂	G ₃ F ₄	G ₄ F ₄
G ₁ F ₁	G ₃ F ₁	G ₂ F ₃
G ₁ F ₄	G ₄ F ₁	G ₄ F ₂

Keterangan:

G₁ = Alkohol 45%

G₂ = Alkohol 55%

G₃ = Alkohol 65%

G₄ = Alkohol 75%

G₅ = Alkohol 85%

F₁ = pH 3

F₂ = pH 4

F₃ = pH 5

F₄ = pH 6

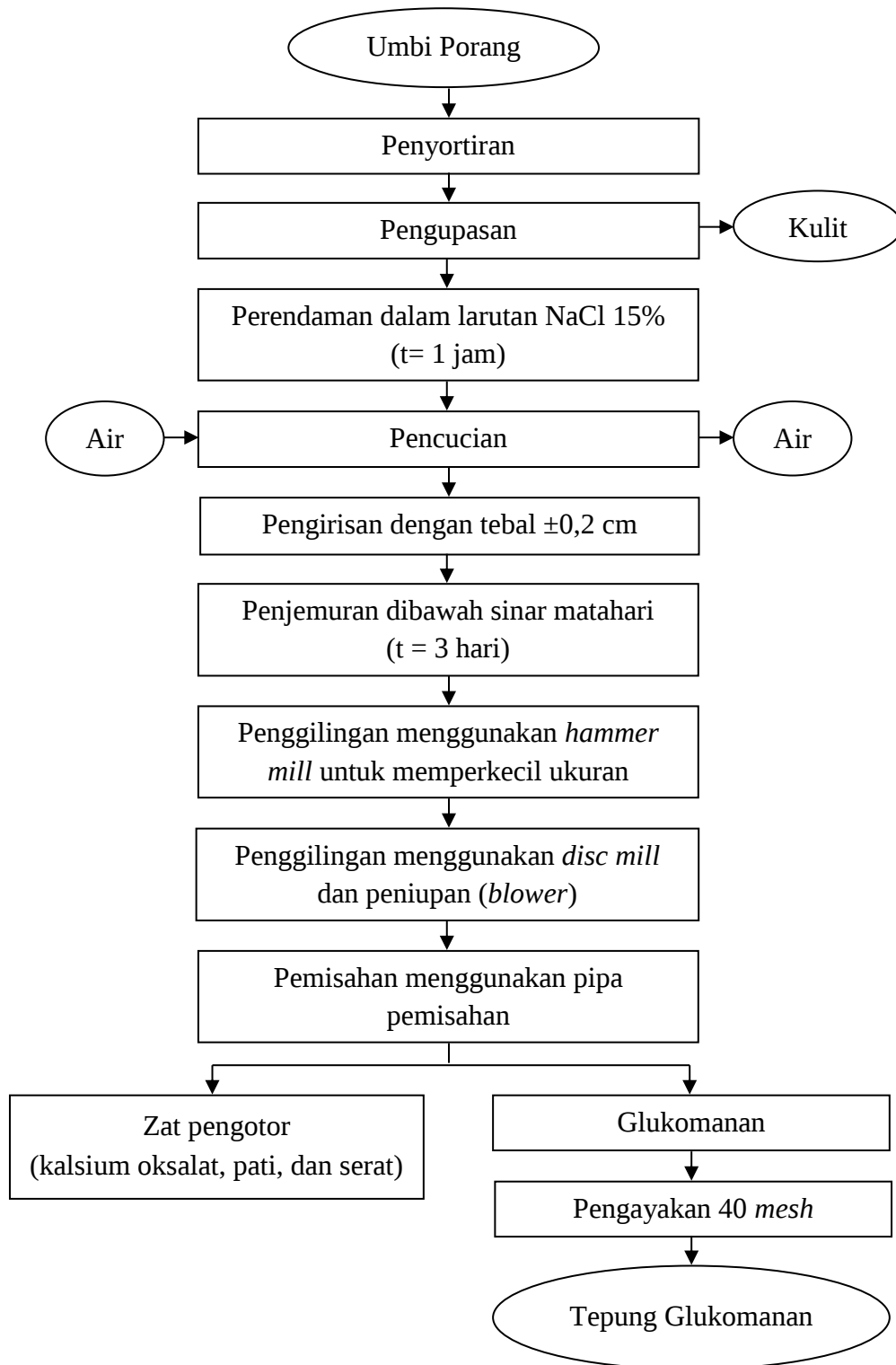
Kehomogenan data diuji dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey. Data kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan pendugaan galat dan uji signifikansi untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Selanjutnya data diuji lebih lanjut dengan uji Ortogonal Polinomial pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Ekstraksi Glukomanan Umbi Porang

Proses ekstraksi glukomanan dari umbi porang diawali dengan penyortiran umbi porang yang dipanen pada umur 12–24 bulan setelah tanam, untuk memisahkan umbi yang berkualitas baik dengan yang telah mengalami kerusakan. Setelah disortir, umbi porang dikupas kulit luarnya menggunakan pisau. Kemudian, umbi yang telah dikupas direndam dalam larutan NaCl 15% selama 1 jam. Umbi yang sudah direndam selanjutnya dicuci dengan air mengalir dan direndam kembali dalam air yang bertujuan untuk mencegah reaksi pencoklatan hingga proses selanjutnya. Umbi porang kemudian diiris dengan ketebalan $\pm 0,2$ cm dan dijemur selama 3 hari di bawah sinar matahari.

Chips porang yang sudah kering kemudian digiling menggunakan *hammer mill* untuk menghancurkan bahan menjadi partikel yang lebih kecil. Kemudian dilakukan penggilingan kembali menggunakan alat *disc mill* yang dimodifikasi dengan penambahan pipa untuk meniupan (*blower*) dengan ukuran ketinggian 5 meter. Pemisahan glukomanan dari zat pengotor (kalsium oksalat, pati, dan serat) dilakukan untuk mendapatkan glukomanan yang lebih murni. Setelah itu, dilakukan pengayakan dengan ayakan 40 *mesh* untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Diagram alir ekstraksi glukomanan umbi porang secara mekanis dapat dilihat pada Gambar 8.

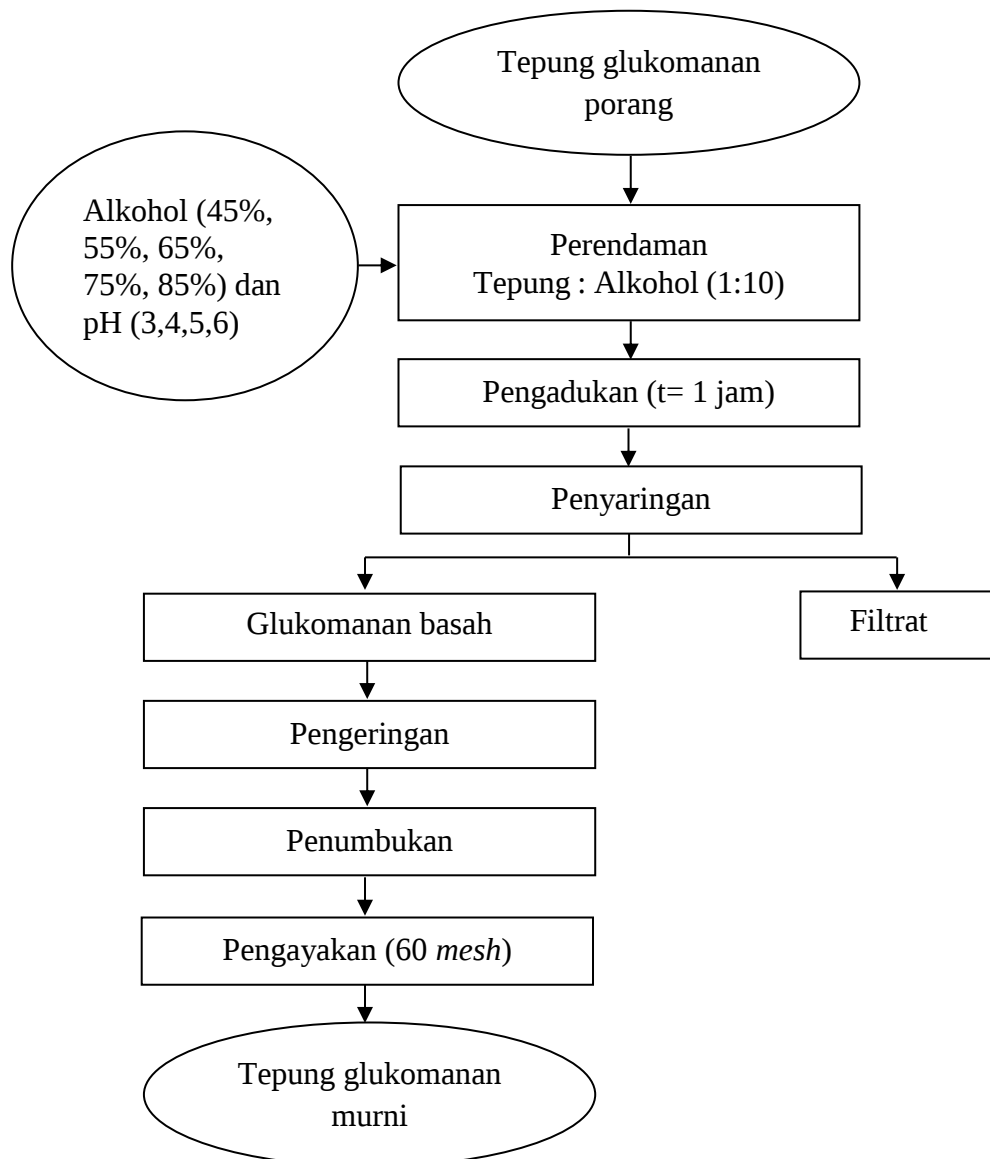


Gambar 8. Diag alir pembuatan tepung glukomanan umbi porang
Sumber: Widjanarko dkk (2015) dengan modifikasi

3.4.2 Pemurnian Glukomanan Porang

Pemurnian glukomanan porang secara kimiawi mengacu pada penelitian Wardani dkk (2021). Proses pemurnian glukomanan diawali dengan tahapan perendaman menggunakan alkohol konsentrasi 45%, 55%, 65%, 75%, dan 85% dengan pH 3, 4, 5, dan 6. Kemudian dilakukan pengadukan untuk menghomogenkan larutan alkohol dengan tepung glukomanan selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk mendapatkan glukomanan basah dan hasil filter larutan alkohol dengan tepung glukomanan.

Proses pemurnian dilakukan secara berulang dengan penambahan tepung glukomanan pada larutan alkohol hingga diperoleh filtrat yang jernih melalui 3 kali pengulangan pada tepung glukomanan umbi porang. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air pada glukomanan basah sehingga didapatkan glukomanan kering. Glukomanan kering kemudian ditumbuk untuk menggilingnya agar granula lebih seragam dan mempermudah proses pengayakan. Setelah itu, dilakukan pengayakan dengan ayakan 60 *mesh* dan didapatkan hasil tepung glukomanan murni. Proses pemurnian glukomanan secara kimiawi dengan penambahan alkohol dan tingkat keasaman (pH) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diag alir pemurnian tepung glukomanan porang
Sumber: Wardani dkk (2021) dengan modifikasi

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap glukomanan yang dihasilkan melalui ekstraksi secara mekanis adalah pengukuran rendemen glukomanan (Wardani dkk., 2021), kadar glukomanan metode DNS (Utaminingsih dan Muhtadi, 2021) dan kadar kalsium oksalat (Utaminingsih dan Muhtadi, 2021). Perlakuan terbaik akan dilakukan uji kadar air (AOAC, 2019), kadar abu (AOAC, 2019), kadar protein (SNI 01-2891-1992), *Loss on Drying* (Schubnell *et al.*, 2020), daya ikat air

(Koroskenyi and McCharty, 2001), viskositas (Yanuriati dan Basir, 2020), kadar klorida (Cl) (SNI 6989.19-2009), kadar timbal (Pb) (SNI 13-6974-2003), kadar pati (Ifmaily, 2018), serat kasar (Korompot dkk., 2018), kelarutan dalam alkohol (Kiatpongarp, 2007), dan kelarutan dalam eter (Kiatpongarp, 2007).

3.5.1 Rendemen Glukomanan

Rendemen merupakan perbandingan massa hasil yang diperoleh dengan massa bagian tanaman yang diolah dan dinyatakan dalam persen (Utaminingsih dan Muhtadi, 2021). Sehingga pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara berat glukomanan yang diperoleh dari *output* ekstraksi secara kimiawi dengan berat sampel tepung glukomanan setiap satuan percobaan. Rumus perhitungan rendemen dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat glukomanan yang diperoleh (g)}}{\text{Berat glukomanan (g)}} \times 100\%$$

3.5.2 Kadar Glukomanan

Analisis kadar glukomanan dilakukan dengan menggunakan metode DNS berdasarkan penelitian Wardani dkk (2021). Tahapan analisis kadar glukomanan metode DNS adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Reagen 3,5-DNS (*Dinitrosalicylic Acid*)

3,5-*Dinitrosalicylic acid* (larutan DNS) terdiri dari dua campuran larutan, yaitu larutan A dan B. Larutan A dibuat dengan cara mencampurkan 0,7 g fenol, 1,5 mL natrium hidroksida (10%), 5 mL aquades, dan 0,7 g natrium bisulfit. Larutan B dibuat dengan cara mencampurkan 22,5 g natrium kalium tartrat, 30 mL natrium hidroksida (10%) dan 88 mL larutan *Dinitrosalicylic Acid* (1%). Kemudian mencampurkan larutan A dan larutan B untuk lalu disimpan dalam botol reagen coklat pada suhu kamar.

b. Pembuatan Larutan *Buffer*

Larutan *buffer* (asam formiat dan NaOH 0,1 M) dibuat dengan mencampurkan 1 mL asam formiat dengan 60 mL aquades kedalam labu ukur 250 mL, kemudian ditimbang 0,2 g natrium hidroksida dan dilarutkan dalam 50 mL aquades. Setelah itu, larutan NaOH dimasukan kedalam labu ukur tersebut kemudian diencerkan hingga volume 250 mL.

c. Pembuatan Larutan Glukosa Standar

Larutan glukosa standar (1 mg/mL) dibuat dengan cara menimbang 0,1 g glukosa kemudian diencerkan dalam 100 mL aquades.

d. Penentuan Waktu Optimasi Reaksi Glukosa dengan DNS

Larutan stok diambil 600 μ L, dimasukkan dalam labu takar 25 mL, ditambah larutan DNS sebanyak 1,5 mL dan dihomogenkan. Campuran dipanaskan dalam air mendidih dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20 menit, didinginkan dan ditambah aquades hingga volume total. Ditentukan absorbansi tertinggi dari waktu inkubasi 5, 10, 15, 20 menit, absorbansi dibaca pada panjang gelombang 478 nm.

e. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan stok diambil 600 μ L, ditambahkan 1,5 mL 3,5-*dinitrosalicylic acid*, dimasukkan dalam labu takar 25 mL dan dihomogenkan. Campuran dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit, didinginkan, ditambah dengan aquades hingga volume total. Absorbansi dibaca pada range 300-700 nm.

f. Pembuatan Kurva Baku Glukosa

Variasi konsentrasi dibuat sebesar 0,0012% (b/v); 0,0016% (b/v); 0,0020% (b/v); 0,0024% (b/v); dan 0,0028% (b/v). Pembuatan konsentrasi dilakukan dengan cara larutan stok diambil 300 μ L, 400 μ L, 500 μ L, 600 μ L, dan 700 μ L, ditambah 1,5 mL 3,5-*dinitrosalicylic acid*, dimasukkan dalam labu takar 25 mL dan dihomogenkan. Campuran dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit, didinginkan, ditambah dengan aquades hingga volume total. Absorbansi dibaca pada panjang

gelombang 484 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan pada tiap konsentrasi larutan glukosa lalu dibuat plot kurva standar dengan kandungan glukosa (mg) sebagai absis (x) dan absorbansi sebagai ordinat (y).

g. Pembuatan Ekstrak Glukomanan

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan menimbang 0,2 g sampel (tepung glukomanan) dan dimasukkan kedalam gelas beaker yang berisi 50 mL larutan buffer (asam format-natrium hidroksida) lalu diaduk secara magnetis selama 4 jam pada suhu 30°C kemudian diencerkan dengan larutan buffer hingga volume 100 mL. Selanjutnya campuran disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh ekstrak glukomanan.

h. Pembuatan Hidrolisat Glukomanan

Proses pembuatan hidrolisat, yaitu dengan memasukan 10 mL ekstrak glukomanan kedalam labu ukur 25 mL, ditambahkan 5 mL asam sulfat 3 M dan dihomogenkan. Campuran tersebut dipanaskan di dalam *boiling water bath* selama 90 menit lalu didinginkan. Kemudian ditambahkan 5 mL NaOH 6 M pada campuran lalu dihomogenkan dan ditambahkan aquades hingga volume 25 mL.

i. Pengukuran Absorbansi Sampel

Ekstrak glukomanan, hidrolisat glukomanan dan aquades (blanko), masing-masing sebanyak 4 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL lalu ditambahkan 1,5 mL 3,5- *Dinitrosalicylic acid* (DNS) dan dimasukkan dalam *waterbath* selama 15 menit. Kemudian larutan didinginkan hingga suhu ruangan, lalu ditambahkan aquades hingga volume 25 mL. Pengukuran nilai absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 484 nm. Kandungan glukosa pada ekstrak dan hidrolisat glukomanan ditentukan dengan memasukan nilai absorbansi pada persamaan garis lurus regresi kurva standar glukosa. Selanjutnya, kadar glukomanan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar glukomanan (\%)} = \frac{5000f(5T - T_0)}{m}$$

Keterangan:

- f : Faktor koreksi (0,9)
 T : Jumlah mg glukosa dalam hidrolisat glukomanan (mg)
 T₀ : Jumlah glukosa dalam ekstrak glukomanan (mg)
 m : Massa tepung glukomanan hasil ekstraksi (mg)

3.5.3 Kadar Kalsium Oksalat

Pengukuran kadar kalsium oksalat menggunakan metode permanganometri (Utaminingsih dan Muhtadi, 2021), yaitu tepung glukomanan porang sebanyak 2 g dilarutkan dalam 10 mL HCl 6 M dan 190 mL aquades, dipanaskan dengan *hot plate* selama 1 jam dengan suhu 100°C, kemudian didinginkan dan ditambah dengan aquades hingga volume total 250 mL, lalu disaring. Filtrat yang diperoleh diambil 125 mL untuk diencerkan dengan aquades hingga volume 250 mL. Filtrat yang didapatkan diambil sebanyak 50 mL, ditambahkan H₂SO₄ 2 N. Selanjutnya larutan tersebut dipanaskan pada suhu 70°C, lalu dititrasikan dengan KMnO₄ 0,1 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan terbentuknya warna larutan merah muda. Kadar kalsium oksalat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kalsium Oksalat (\%)} = \frac{a \times b \times c}{d} \times 100\%$$

Keterangan :

- a : Volume titran KMnO₄ (ml)
 b : Normalitas titran KMnO₄ (N)
 c : Berat ekuivalen kalsium oksalat (64,05)
 d : Berat sampel (mg)

3.5.4 Analisis Fisikokimia Tepung Glukomanan Porang

Analisis dilakukan pada hasil perlakuan terbaik dari tepung glukomanan porang. Beberapa analisis yang digunakan dalam penelitian ini seperti berikut.

3.5.4.1 Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2019). Cawan porselin dikeringkan dalam oven selama 30 menit, lalu didinginkan didalam desikator dan ditimbang (A). Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui beratnya dan dikeringkan di dalam oven (B) pada suhu 105–110°C selama 6 jam. Selanjutnya, didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Setelah diperoleh hasil penimbangan pertama, lalu cawan yang berisi sampel dikeringkan kembali selama 30 menit setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan atau selisih penimbangan $\leq 0,0002$ g. Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Berat cawan kosong (g)

B : Berat cawan + sampel awal (g)

C : Berat cawan + sampel kering (g)

3.5.4.2 Kadar Abu

Pengujian kadar abu menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2019). Prosedur analisis kadar abu, yaitu cawan porselin di oven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100–105°C. Cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B), kemudian dibakar di atas nyala pembakar sampai tidak berasap dan dilanjutkan dengan pengabuan di dalam tanur bersuhu 550–600°C selama 3 jam. Sampel yang sudah diabukan didinginkan selama 15 menit dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pembakaran dalam tanur diulangi sampai didapat bobot yang konstan. Penentuan kadar abu dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.4.3 Kadar Protein

Analisis kadar protein menggunakan metode kjeldahl (SNI 01-2891-1992).

Prosedur analisis kadar protein, yaitu sampel ditimbang sebanyak 0,1–0,5 g, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml, kemudian ditambahkan 2 g campuran selen (2,5 g SeO₂; 100 g K₂SO₄; 30 g CuSO₄·5H₂O) dan 25 mL H₂SO₄.

Larutan dipanaskan hingga mendidih selama ± 2 jam sampai larutan menjadi jernih kehijauan. Setelah itu, larutan didinginkan dan diencerkan dengan aquades secara perlahan kedalam labu ukur 100 mL sampai tanda tera. Larutan diambil sebanyak 5 mL dan ditambahkan 5 mL NaOH 30% serta beberapa tetes indikator fenoltalein kedalam labu destilasi, suling/destilasi selama 10 menit. Hasil destilasi ditampung dengan labu Erlenmeyer yang telah berisi 10 mL H₃BO₃ 2% dan 2–4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metil biru 0,2% dalam alkohol). Bilas tabung kondensor dengan aquades dan tampung bilasannya di Erlenmeyer yang sama. Destilat yang diperoleh kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,01 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi ungu, hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang diperoleh adalah dalam total N, yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6,25. Kadar protein dihitung dengan rumus.

$$\text{Kadar Protein} = \frac{(V_a - V_b)_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \times \text{FP} \times 14,007 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

VA : mL HCl untuk titrasi sampel

VB : mL HCl untuk titrasi blanko

N : normalitas HCl standar yang digunakan 14,007

FP : faktor pengenceran

Faktor koreksi : 6,25

W : berat sampel (mg)

3.5.4.4 *Loss on Drying*

Pengujian *loss on drying* (Schubnell *et al.*, 2020), diawali dengan sampel sebanyak 5 g ditimbang, kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 105°C selama 2–3 jam. Selanjutnya, ditimbang kembali sampel yang telah dikeringkan. Setelah itu nilai LOD dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Loss on Drying} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a : Bobot sampel sebelum pengeringan (g)

b : Bobot sampel setelah pengeringan (g)

3.5.4.5 *Daya Ikat Air*

Analisis daya ikat air pada glukomanan (Koroskenyi and McCharty, 2001), diawali dengan dimasukkan glukomanan sebanyak 0,1 g dalam tabung *centrifuge* 50 mL. Kemudian, ditambahkan air deionisasi sebanyak 30 mL, lalu tahap perendaman selama 1 jam. Setelah itu, disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Selanjutnya, dipisahkan supernatan dan ditimbang sisa menggunakan neraca analitik. Kemudian, ditimbang residu dan dihitung berat air dari selisih berat residu dengan glukomanan kering. Perbedaan berat antara 2 pengukuran digunakan sebagai berat air yang diabsorpsi. Berat dinyatakan dalam g air atau g glukomanan.

3.5.4.6 *Viskositas*

Analisis viskositas (Yanuriati dan Basir, 2020), dilakukan dengan ditimbang 5 g sampel, lalu dilarutkan dalam 100 mL aquades. Kemudian, agitasi dengan kecepatan 150 rpm sampai terhidrasi sempurna selama 12 jam dengan suhu ruang. Setelah itu, direlaksasi selama 30 menit, lalu diukur nilai viskositas dengan viskometer pada suhu 30°C menggunakan spindle 64.

3.5.4.7 Kadar Klorida

Analisis kadar klorida menggunakan metode Titrasi Argentometri (SNI 6989.19-2009). Larutan klorida sebelum dan setelah adsorpsi (pH 8) diencerkan hingga 100 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan 1 mL indikator K_2CrO_4 . Titrasi dilakukan dengan larutan $AgNO_3$ 0,0141 N yang telah distandarisasi dengan NaCl 0,0141 N sampai titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna kuning menjadi kuning kemerahan dan dicatat volume $AgNO_3$ yang digunakan pada larutan klorida (A) dan blanko (B). Titrasi dilakukan tiga kali pengulangan (dengan titik akhir titrasi yang konsisten). Kadar Cl dalam larutan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Cl (mg/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{v} \times f$$

Keterangan:

- A : Volume $AgNO_3$ yang digunakan sebagai penitrasi sampel (mL)
- B : Volume $AgNO_3$ yang digunakan sebagai penitrasi blanko (mL)
- N : Normalitas $AgNO_3$
- V : Volume sampel (mL)
- F : Faktor koreksi

3.5.4.8 Kadar Timbal

Analisis logam Pb (Timbal) (SNI 13-6974-2003), ditimbang 0,1 g sampel yang sudah dipreparasi, lalu dilarutkan dengan 5 mL aqua regia (7,5 mL HCl 10 M dan 2,5 mL HNO_3 15,6 M atau perbandingan HCl dan HNO_3 adalah 3:1). Kemudian dipanaskan campuran larutan dalam penangas air selama 2 jam, jika sampel belum larut tambahkan HF. Selanjutnya, campuran disaring dengan kertas saring. Lalu, filtrat diuji untuk penentuan logam Pb. Kemudian, disiapkan sebanyak 5 buah gelas kimia ukuran 50 mL, masing-masing diisi larutan standar Pb 0 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm sebanyak 50 mL. Kelima larutan ini diukur absorbansinya dengan SSA model AA-6300 pada panjang gelombang 283,3 nm. Data absorbansi tersebut selanjutnya digunakan untuk membuat kurva kalibrasi.

Filtrat hasil destruksi yang telah diencerkan diukur kadar Pb menggunakan spektrofotometer serapan atom SSA model AA-6300 pada panjang gelombang maksimum untuk logam Pb yaitu 283,3 nm. Perhitungan konsentrasi logam Pb dihitung dengan bantuan kurva kalibrasi logam Pb. Konsentrasi logam Pb yang didapatkan melalui perhitungan dimasukkan dalam persamaan untuk menghitung konsentrasi logam Pb. Analisis logam Pb kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Pb (mg/kg)} = \frac{V}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ g}}{B} \times c \text{ AAS}$$

Keterangan:

Volume : Volume sampel yang diencerkan

B : Berat kering sampel (g)

c AAS : Konsentrasi logam rerata yang diperoleh dari hasil AAS (mg/L)

1000 mL : Angka konversi mL ke L

1000 g : Angka konversi g ke kg

3.5.4.9 Kadar Pati

Pengujian kadar pati pada tepung glukomanan umbi porang menggunakan metode *Luff Schoorl* (Ifmaily, 2018), berikut adalah tahapan-tahapan pengujiannya.

a. Pembuatan Larutan Luff Schoorl

Sebanyak 25 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 100 mL air, 50 g asam sitrat dilarutkan dalam 50 mL air dan 388 g soda murni ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dilarutkan dalam 300–400 mL air mendidih. Larutan asam sitrat dituangkan dalam larutan soda sambil dikocok hati-hati. Selanjutnya, ditambahkan larutan CuSO_4 . Sesudah dingin ditambahkan air sampai 1 Liter. Bila terjadi kekeruhan, didiamkan kemudian disaring.

b. Persiapan Sampel

Sampel sebanyak 0,1 g ditimbang dalam erlenmeyer 250 ml, dan ditambahkan 50 mL aquadest, dan 5 mL HCl 25%, kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama

3 jam. Setelah didinginkan, suspensi dinetralkan dengan NaOH 25% sampai pH 7. Pindahkan secara kuantitatif dalam labu takar 100 mL, kemudian tempatkan sampai tanda tera dengan aquades. Larutan ini kemudian disaring kembali dengan kertas saring.

c. Analisis Sampel

Sebanyak 25 ml filtrat dari persiapan sampel ditambah 25 mL larutan Luff Schoorl dalam erlenmeyer dibuat pula perlakuan blanko yaitu 25 ml larutan Luff Schoorl dengan 25 mL aquadest. Erlenmeyer dihubungkan dengan pendingin balik, kemudian dididihkan. Pendidihan larutan dipertahankan selama 10 menit. Selanjutnya cepat-cepat didinginkan dan ditambahkan 15 mL KI 20% dan dengan hati-hati ditambahkan 25 mL H₂SO₄ 25%. Lalu ditutup dan diletakkan di tempat gelap selama 30 menit. Iodium yang dibebaskan dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃·5H₂O 0,1 N memakai indikator pati sebanyak 2–3 mL. Untuk memperjelas perubahan warna pada akhir titrasi maka sebaiknya pati diberikan pada saat titrasi hampir berakhir.

d. Perhitungan Kadar Pati

Dengan mengetahui selisih antara titrasi blanko dan titrasi sampel, kadar gula reduksi setelah inversi (setelah dihidrolisis dengan HCl 25%) dalam bahan dapat dicari dengan menggunakan tabel selisih kadar gula invert dengan sebelum invert dikalikan 0,9 merupakan kadar pati dalam bahan.

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{(A - B) \times \text{FP} \times 0,9}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Titrasi blanko (mL)

B : Titrasi sampel (mL)

C : Berat sampel (mg)

FP : mL filtrat petitrasi

3.5.4.10 Kadar Serat

Pengujian kadar serat kasar pada tepung glukomanan umbi porang (Korompot dkk., 2018). Sampel ditimbang 2 g bahan kering (dibebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi sokletasi atau dengan cara diaduk dalam pelarut organik sebanyak 3 kali kemudian dikeringkan) dan dipindahkan kedalam labu erlenmeyer 300 mL. Kemudian, ditambahkan 50 mL larutan H_2SO_4 1,25% dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak (refluks). Sebanyak 50 mL NaOH 3,25% ditambahkan kemudian dididihkan kembali selama 30 menit. Sampel dalam keadaan panas disaring dengan corong *Buchner* yang berisi kertas saring tak berbau Whatman 541 yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Endapan pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, aquades panas, dan etanol 96%. Kertas saring diangkat dan dimasukkan pada kotak timbang yang telah diketahui bobotnya kemudian dikeringkan pada suhu 105°C didinginkan dan ditimbang sampai berat konstan. Bila ternyata berat serat kasar lebih dari 1% diabukan kertas saring beserta isinya, ditimbang sampai berat konstan. Perhitungan kadar serat kasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

a. Serat kasar < 1%

$$\text{Serat Kasar (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W} \times 100\%$$

b. Serat kasar > 1%

$$\text{Serat Kasar (\%)} = \frac{W_2 - W_1 - W_3}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W : Berat sampel (g)

W_1 : Berat abu (g)

W_2 : Berat sampel setelah oven (g)

W_3 : Berat kertas saring (g)

3.5.4.11 Kelarutan dalam Alkohol

Analisis persen kelarutan dalam alkohol mengacu pada penelitian Kiatpongarp (2007), sebanyak 0,1 g glukomanan dilarutkan dalam 10 ml alkohol dan dipanaskan dalam waterbath dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Kemudian disentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan supernatan dan pasta yang terbentuk. Supernatan diambil sebanyak 10 ml lalu dikeringkan dalam oven dan dicatat berat endapan keringnya. Perhitungan kelarutan dalam alkohol dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Berat endapan kering (g)

B : Berat sampel (g)

3.5.4.12 Kelarutan dalam Eter

Analisis persen kelarutan dalam polyethylene eter mengacu pada penelitian Kiatpongarp (2007), 0,1 g glukomanan dilarutkan dalam 10 ml eter dan dipanaskan dalam waterbath dengan temperatur 30°C selama 30 menit. Kemudian *disentrifuge* dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan supernatan dan pasta yang terbentuk. Supernatan diambil sebanyak 10 ml lalu dikeringkan dalam oven dan dicatat berat endapan keringnya.

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Berat endapan kering (g)

B : Berat sampel (g)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Konsentrasi alkohol berpengaruh secara nyata terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
2. Tingkat keasaman (pH) berpengaruh secara nyata terhadap rendemen, kadar glukomanan, dan kalsium oksalat tepung glukomanan porang.
3. Konsentrasi alkohol 85% dan nilai pH 5 menghasilkan tepung glukomanan terbaik dengan rendemen 80,51%, kadar glukomanan 96,49%, dan kalsium oksalat 0,059%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan pemurnian tepung glukomanan porang secara kimiawi untuk mendapatkan kadar kalsium oksalat dengan hasil optimal dan hasil fisikokimia yang dapat memenuhi dari standar tepung glukomanan komersial dengan menggunakan metode dan bahan pemurnian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adahar, I., Boceng, A., dan Robbo, A. 2023. Evaluasi kesesuaian lahan tanaman porang (*Amarphophallus oncophyllus*) di Kecamatan Ma'rang Kabupaten Pangkep. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*. 4(1): 46-51.
- Agustin, R., Estiasih, T., dan Wardani, A. K. 2017. Penurunan oksalat pada proses perendaman umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) di berbagai konsentrasi asam asetat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 18(3): 191-200.
- Akbar, M. R., dan Yunianta, Y. 2014. Pengaruh lama perendaman $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ dan fermentasi ragi tape terhadap sifat fisik kimia tepung jagung [In Press April 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 91-102.
- Amyranti, M., dan Nurlatifah, I. 2022. Pembuatan tepung umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) berkualitas tinggi sebagai bahan baku ekstraksi glukomanan. *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*. 3(2): 63-71.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., dan Herawati, D. 2011. *Analisis Pangan*. Dian Rakyat. Jakarta. 150 hlm.
- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists 21st edition. Benjamin Franklin Station. Washington DC. 1500 hlm.
- Apu, I. R., Jawang, U. P., dan Nganji, M. U. 2022. Analisis kesesuaian lahan terhadap pengembangan tanaman porang (*Amarphophallus oncophyllus*) di Kecamatan Lewa Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(1): 49-55.
- Arifin, M. 2001. Pengeringan Keripik Umbi Iles-Iles Secara Mekanik Untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles. *Thesis*. Teknologi Pasca Panen, Bogor, PPS-IPB.
- Arofah, R. N., Zaki, M. A., Nurkhamidah, S., dan Susianto, S. 2023. Pra desain pabrik tepung glukomanan dari *chips* porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan metode kombinasi purifikasi mekanis dan kimiawi

- bertingkat dengan menggunakan etanol. *Jurnal Teknik ITS*. 12(2). F94-F99.
- Aryanti, N., dan Abidin, K. Y. 2015. Ekstraksi glukomanan dari umbi porang lokal. *Metana*. 11(1): 21-30.
- Astro. 2023. <https://astromesin.com/mesin-hammer-mill/>. [Diakses pada tanggal 13 November 2023 pukul 21.45].
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Cara uji klorida (Cl^-) dengan metode Argentometri (Mohr)*. SNI 6989.19:2009. Jakarta. 7 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Cara uji makanan dan minuman*. SNI 01-2891-1992. Jakarta. Hlm 10-29.
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. *Percontoh batuan sulfida - Penentuan kadar Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, dan Cd dengan spektrofotometer serapan atom (SSA)*. SNI 13-6974-2003. Jakarta. 12 hlm.
- Candra, A. 2011. Efek Oksalat Bagi Kesehatan. Kompas.com. Jakarta. Buletin Harian Kompas. Hlm 20-39.
- Chairiyah, N., Harijati, N., dan Mastuti, R. 2021. Pengaruh periode tumbuh dan bagian umbi berbeda terhadap kerapatan kristal kalsium oksalat ($CaOx$) dan jenis kristal druse dan rafida pada umbi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Biotropika*. 1(6): 260-264.
- Dewi, L.M., Chrisnandari, R.D., dan Galuh, G.G. 2015. *Identifikasi Senyawa Glukomanan pada Umbi Porang (Amorphophallus muerelli Blume.) dari Desa Klangon Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun*. Repository Akfar. Surabaya.
- Efendi, A., dan Suhartono, R. 2019. Pemeliharaan mesin *disc mill* sentra peternakan rakyat (SPR) Cinagarbogo. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 13(1): 44-50.
- Estiasih, T., Putri, W. D. R., dan Waziroh, E. 2017. *Umbi-umbian dan Pengolahannya*. Universitas Brawijaya. Malang. 26 hlm.
- Faridah, A., Widjanarko, S.B., dan Sutrisno, A. 2010. Optimasi peningkatan kadar glukomanan pada proses penepungan dari chip porang (*Amorphophallus onchophyllus*) dengan metode mekanis. *Jurnal Agroteknologi*. 4(2): 135-145.
- Haryani, K. dan Hargono. 2008. Proses pengolahan iles-iles (*Amorphophallus sp.*) menjadi glukomannan sebagai gelling agent pengganti boraks. *Jurnal Momentum*. 4(2): 38-41.

- Haeria, H. H., Dhuha, N. S., dan Azhariyani, A. R. 2018. Potensi pati umbi tire (*Amorphopallus onchopyllus*) pregelatinasi paut silang sebagai bahan tambahan kablet kempa langsung. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*. 1(1): 52-61.
- Herliyana. Salmahaminati. dan Wismono, B. A. 2021. Analisis kadar air dan protein pada produk sosis di PT. Jakarana Tama Bogor. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*. 6(2): 111- 117.
- Hidayat, H. N., dan Insafitri, I. 2021. Analisa kadar proksimat pada thalassia hemprichi dan galaxaura rugosa di Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 2(4): 307-317.
- Ifmaily, I. 2018. Penetapan kadar pati pada buah mangga muda (*Mangifera Indica* L.) menggunakan metode luff Schoorl. *Jurnal Katalisator*. 3(2): 106-113.
- Indriyani, I. 2019. Peningkatan kemampuan mesin hammer mill pengupas coklat kapasitas 100 kg per jam . *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*. 4(1): 41-48.
- Irnidayanti, Y., dan Indrayanti, R. 2020. Peningkatan pengetahuan ibu hamil dan calon ibu tentang polutan logam berat dalam rangka pencegahan cacat lahir di Rawamangun. *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*. 2(1): 32-41.
- Jansen, P.C.M, Van der Wilk, C. and Hettercheid, W.L.A. 1996. *Amorphophallus Blume ex. Decaise.Flach, M. dan F. Rumawas (editor). PR OSEA : Plant Resources of South-East Asia No 9. Plants Yielding Non-Seed Carbohydrate*. Backhuys. Leiden.3: Hlm 260-311.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. 2021. <https://ekon.go.id/publikasi/detail/2983/perluasan-lahan-dan-hilirisasi-industri-menjadi-titik-awal-pengembangan-tanaman-porang>. [Diakses pada tanggal 30 Oktober 2023 pukul 06.32].
- Kiatpongarp, W. 2007. *Production of Enzyme Resistant Starch from Cassava Starch*. Suranaree University of Technology. Hlm 43-57.
- Korompot, A.R., H., Fatimah, F., dan Wuntu, A.D. 2018. Kandungan serat kasar dari bekasang ikan tuna (*Thunnus sp.*) pada berbagai kadar garam, suhu dan waktu fermentasi. *Jurnal Ilmiah Sains*. 18(1): 31-34.
- Koroskenyi, B., and McCharty, S.P. 2001. Synthesis of acetylated konjac glucomannan and effect of degree of acetylation on water absorbency. *Biomacromolecules*. 2(3):824-826.
- Koswara, S. 2013. *Modul Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang*. Southeast Asian Food And Agricultural

Science and Technology (SEAFast) Center. Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat.

- Kurniawan, S., dan Kusnayat, A. 2016. Perancangan *hammer* pada mesin *hammer mill* menggunakan metoda *discrete element modelling* untuk meningkatkan kehalusan penggilingan kulit kopi. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*. 3(4): 21-24.
- Kurniawati, A.D., dan Widjanarko, S.B. 2010. Pengaruh Tingkat Pencucian dan Lama Kontak Dengan Etanol Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Tepung Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*). *Thesis*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Li, J., Ye, T., Wu, X., Chen, J., Wang, S., Lin, L., and Li, B. 2014. Preparation Dan Characterization of Heterogeneous Deacetylated Konjac Glucomannan. *Food Hydrocolloids*. Hlm 9-15.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.02.001>.
- Ling, L. Y., Hua, D. R., Juan, C. N. P., and Jie, P. 2013. Review of konjac glucomannan: isolation, structure, chain conformation and bioactivities. *Journal of Single Molecular Research*. 1(1): 7-14.
- Maksindo. 2022. <https://www.maksindo.com/product/mesin-disk-mill-ffc-23>. [Diakses 30 Oktober 2023 pukul 06:57].
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Domenico, A. D., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Remy, U. G., Lambre, C., Leblanc, J. C., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosseso, P., Oskarsson, A., Massin, D. P., Stankovic, I., Brendsen, I. W., Woutersen, R. A., Wright, M., Younes, M., Brimer, L., Christodoulidou, A., Lodi, F., Tard, A., and Dusemund, B. 2017. Reevaluation of konjac gum (E 425 i) and konjac glucomannan (E 425 ii) as food additives. *Efsa Journal*. 15(6): 1-43.
- Muchlisyyah, J., Laeliocattleya, R. A., dan Putri, W. D. R. 2017. *Kimia Fisik Pangan*. Universitas Brawijaya. Malang. 150 hlm.
- Mulyono, E. 2010. Peningkatan Mutu Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus oncophiyllus*) (Foodgrade: Glukomannan 80%) sebagai Bahan Pengelastis Mie (4% Meningkatkan Elastisitas Mie 50%) dan Pengental (1% = 16.000 cps) Melalui Teknologi Pencucian Bertingkat dan Enzimatik pada Kapasitas Produksi 250 kg Umbi/Hari. *Prog Insentif Riset Terapan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Cimanggu, Bogor.
- Natalia, E.D., Widjanarko, S.B., dan Ningtyas, D.W. 2014. Uji toksisitas akut tepung glukomanan (*Amorphophallus muelleri Blume*) terhadap nilai kalium tikus wistar. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(1): 132-136.

- Nugraheni, B., Setyopuspito, A., dan Advistasari, Y.D. 2018. Identifikasi dan analisis kandungan makronutrien glukomanan umbi porang. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*. 15(2): 77-82.
- Nur, M. R., Ngatirah, dan Adisetya, E. 2023. Pemurnian glukomanan tepung iles-iles (*Amorphophallus onchophyllus*) dengan variasi konsentrasi isopropil alkohol dan waktu ekstraksi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. 7(4): 1306-1314.
- Nurjanah, Z. 2010. Kajian Proses Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Iles-iles Kuning (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan Menggunakan Enzim α -Amilase. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat.
- Pasaribu, G., Hastuti, N., Efiyanti, L., Waluyo, T.K., dan Pari, G. 2019. Optimasi teknik pemurnian glukomanan (*Amorphophallus muelleri Blume*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 37(3): 201-208.
- Prayudyaningsih, R. 2015. Keragaman tanaman umbi dan fungi mikoriza arbuskula (FMA) di bawah tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 4(1): 81-92.
- Purnomo, M.J., dan Setiaji, A.B. 2013. Optimasi alat penepung gula kristal hasil granulasi menggunakan mesin hammer mill pada sistem pembuatan gula semut. *Jurnal Angkasa*. 5(2): 89-98.
- Purwaningsih, I., dan Kuswiyanto, K. 2016. Perbandingan perendaman asam sitrat dan jeruk nipis terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada talas. *Jurnal Vokasi Kesehatan*. 2(1): 89-93.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. 2013. *Modul Diseminasi Budidaya dan Pengembangan Porang (Amorphophallus muelleri Blume) sebagai Salah satu Potensi Bahan Baku Lokal*. Universitas Brawijaya. Malang. 19 hlm.
- Rangkuti, P. A., Hasbullah, R., dan Sumariana, K.S.U. 2012. Uji perfomansi mesin penepung tipe *disc mill* untuk penepungan juwawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauvois). *Jurnal Agritech*. 32(1): 66-72.
- Rosita, D., Zaenab, S., dan Budiyanto, M. A. K. 2016. Analisis kandungan klorin pada beras yang beredar di Pasar Besar Kota Malang sebagai sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 2(1): 88-93.
- Saleh, N., Rahayuningsih, S.A., Budhi, S.R., Erliana, G., Didik, H., dan I Made, J. M. 2015. *Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. Hlm 1-47.
- Sari, R., dan Suhartati, S. 2015. Tumbuhan porang: prospek budidaya sebagai salah satu sistem agroforestry. *Buletin Eboni*. 12(2): 97-110.

- Schubnell, M., Caro, C.A., and Kunz, R. 2020. *Thermal Analysis: Moisture Content, Water Content, Loss on Drying*. Mettler-Toledo Publication. New York. 51 pp.
- Setiani, B. E., Bintoro, V. P., dan Fauzi, R. N. 2021. Pengaruh penambahan sari jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai bahan penggumpal alami terhadap karakteristik fisik dan kimia tahu kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 16(1): 18-34.
- Siswanto, B., dan Karamina, H. 2017. Persyaratan lahan tanaman porang (*Amorphophallus ancophillus*). *Buana Sains*. 16(1): 57-70.
- Susanti, N. 2014. Suplementasi tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai nutraceutical dalam manajemen diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal El-Hayah*. 5(1): 9-16.
- The Ministry of the People's Republic of China. 2002. *Professional Standard of The People's Republic of China for: Konjac Flour*. N/Y 494.
- Ticahyo, A., Widati, A. S., dan Widyastuti, E. S. 2012. Pengaruh penambahan filler komposit (wheat bran dan pollard) dan rumput laut terhadap pH, WHC, *cooking loss* dan tekstur nugget kelinci. *Jurnal Ternak Tropika*. 13(1): 20-29.
- Ulfa, D. A. N., dan Nafi'ah, R. 2018. Pengaruh perendaman NaCl terhadap kadar glukomanan dan kalsium oksalat tepung iles-iles (*Amorphophallus variabilis* Bi). *Cendekia Journal of Pharmacy*. 2(2): 124-187.
- Utaminingsih, D.S., dan Muhtadi. 2021. Analisis Kadar Glukomanan dan Asam Oksalat Beserta Uji Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri dari Ekstrak Etanol Umbi Iles-Iles. *The 13th University Research Colloquium 2021*. Hlm 593-603.
- Wahyuni, K.I., Rohmah, M.K., Ambari, Y., dan Romadhon, B.K. 2020. Pemanfaatan umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Bl) sebagai bahan baku keripik. *Jurnal Karinov*. 3(1): 1-4.
- Wardani, R. K., dan Arifiyana, D. 2021. Pengaruh lama perendaman dan suhu larutan jeruk nipis terhadap kadar kalsium oksalat pada umbi porang. *Journal of Research and Technology*. 7(1): 1-8.
- Wardani, R.K., dan Handrianto, P. 2019. Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam (analisis dengan metode titrasi permanganometri). *Journal of Research and Technology*. 5(2): 144-153.

- Wardani, N.E., Subaidah, W.A., dan Muliasari, H. 2021. Ekstraksi dan penetapan kadar glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan metode DNS. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 3(3): 383-391.
- Widjanarko, S.B. dan Sutrisno, A. 2010. *Kajian Metode Ekstraksi Konvensional dan Ultrasonic dalam Purifikasi Glukomannan dari Umbi Porang (Amorphophallus oncophyllus) dalam Upaya menghasilkan Produk Bahan Tambahan Pangan dan Pangan Fungsional*. Laporan Hasil Penelitian. Hibah Penelitian Tim Pascasarjana (HPTP).
- Widjanarko, S.,B., Widyastuti, E., dan Rozaq, F.I. 2015. Pengaruh lama penggilingan tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan metode ball mill (*cyclone separator*) terhadap sifat fisik dan kimia tepung porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3): 867-877.
- Wigoeno, Y.A., Azriyaningsih, R., dan Roosdina, A. 2013. Analisis glukomanan pada umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan refluks kondensor. *Jurnal Biotropika*. 1(5): 231-235.
- Winarno, FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta. 120 hlm.
- Witoyo, J.E., Ni'maturohmah, E., Argo, B.D., Yuwono, S., and Widjanarko, S.B. 2022. Polishing effect on the physicochemical properties of porang flour using centrifugal grinder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 475 (0102026).
- Yang, D., Yuan, Y., Wang, L., Wang, X., Mu, R., Pang, J., Xiao, J., and Zheng, Y. 2017. A Review on Konjac Glucomannan Gels: Microstructure and Application. *International Journal of Molecular Series*. 18(2250): 1-18.
- Yanuriati, A., dan Basir, D. 2020. Peningkatan kelarutan glukomanan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan penggilingan basah dan kering. *Jurnal Agritech*. 40(3) : 223-231.
- Yuanita, M. 2008. Penurunan Kadar Asam Oksalat pada Tepung Porang menggunakan Kombinasi *Hammer Mill*, *Stamp Mill*, dan Fraksinasi Hembusan *Blower*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 150 hlm.