

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Tumbuhan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) termasuk dalam keluarga Araceae (talas-talasan) dan memiliki beberapa jenis yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan industri. Di Indonesia, terdapat beberapa jenis tumbuhan porang yang dapat ditemukan, seperti *A. campanulatus* (Dennst.) Nicols, *A. variabilis* B.I., *A. spectabilis* (Miq.) Engl., *A. decus-silvae* Backer, Alderw., *A. muelleri* B.I., serta *A. titanium* Becc. Meskipun ada beberapa jenis porang yang ada di Indonesia, hanya *A. campanulatus*, *A. muelleri*, dan *A. variabilis* yang umumnya dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan bahan industri. Penggunaan ini tergantung pada karakteristik dan kandungan nutrisi dari setiap jenis. Porang telah digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari bahan makanan hingga bahan industri. Umbinya dapat diolah menjadi berbagai produk pangan seperti tepung porang, mie porang, dan keripik porang. Selain itu, potensi penggunaannya dalam industri juga terbuka lebar, seperti dalam produksi bahan baku industri kosmetik atau farmasi. (Rahayuningsih, 2020).

Porang adalah tumbuhan yang memiliki umbi dengan kandungan utama berupa glukomanan. Glukomanan merupakan sejenis hidrokoloid yang dikenal karena kemampuannya untuk mengental dan membentuk gel. Sifat-sifat ini menjadikan glukomanan sangat berharga dan banyak digunakan dalam berbagai industri seperti industri pangan, kimia, bioteknologi, dan farmasi. Namun, untuk memanfaatkan glukomanan secara optimal, pemurnian dari umbi porang sangatlah penting. Proses pemurnian ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan, termasuk oksalat, yang terdapat dalam umbi porang. Oksalat adalah senyawa yang dapat membatasi penggunaan langsung umbi porang karena potensi efek sampingnya pada kesehatan. Pemurnian glukomanan dari tepung porang dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode mekanis, kimia dan enzimatis (Wardani et al., 2021).

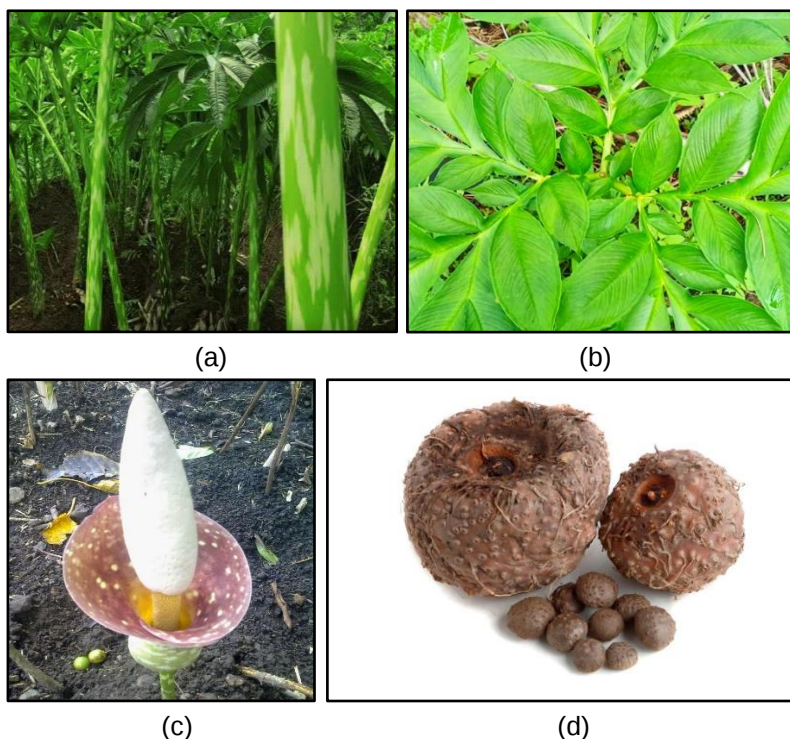
Alternatif upaya yang dapat dilakukan dalam penurunan kalsium oksalat yang lebih efisien adalah perbedaan metode dalam penggilingan (basah dan kering). Teknologi yang digunakan dalam menurunkan kadar asam oksalat dilakukan dengan secara fisik/mekanis (Faridah et al., 2012; Sitompul et al., 2018) dan kimia (Widari dan Rasmito, 2018). Perlakuan fermentasi dengan penggunaan bakteri asam laktat diketahui mampu menurunkan kadar kalsium oksalat. Sistem kerja yang dimiliki dari proses fermentasi dalam penurunan kadar kalsium oksalat adalah terjadinya hidrolisis akibat adanya enzim pemecah asam oksalat yang dimiliki oleh mikroorganisme di dalam bakteri asam laktat. Penggunaan asam diketahui mampu menurunkan total oksalat pada umbi kimpul sebesar sebesar 66% (Agustin et al., 2017). Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian mengenai pengaruh berbagai perlakuan pada tanaman porang untuk mengurangi kadar oksalat perlu dilakukan untuk mengembangkan produk pangan yang lebih bermanfaat bagi masyarakat.

#### **1.2 Teori**

##### **1.2.1 Deskripsi Tanaman Porang *Amorphophallus muelleri* Blume**

Porang dan sejenisnya merupakan tanaman yang berasal dari India dan Srilanka. Porang memiliki batang tegak yang cenderung lunak. Batang ini biasanya berwarna hijau atau hitam belang-belang dengan tompel-tompel putih. Batang porang dapat memecah

menjadi batang sekunder yang lebih kecil, dan dalam proses ini, juga dapat memecah menjadi tangkai daun. Ini adalah salah satu karakteristik khas porang. Pada setiap pertemuan batang porang, biasanya akan tumbuh bintil berwarna coklat kehitaman. Bintil ini berfungsi sebagai alat perkembangbiakan tanaman porang. Tinggi tanaman porang bisa mencapai sekitar 1,5 meter, meskipun hal ini tergantung pada umur dan kondisi kesuburan tanahnya. Porang hanya memiliki akar primer yang tumbuh dari pangkal batang. Sebagian dari akar ini juga tumbuh menyelimuti umbi porang. Tanaman ini tidak memiliki akar tunggang seperti beberapa tanaman lainnya. Porang dapat tumbuh dari bibit dengan pertama-tama pertumbuhan daun, diikuti oleh pertumbuhan akar yang cepat dalam beberapa minggu. Ini berbeda dari tanaman dengan akar tunggang yang tumbuh lebih awal (Firmansyah et al., 2023).



**Gambar 1.** (a) Batang porang, (b) Daun porang, (c) Bunga porang, (d) Umbi porang

Helai daun dapat memanjang dengan ukuran 60-200 sentimeter dengan tulang-tulang daun yang kecil terlihat jelas pada permukaan bawah daun. Sementara itu, panjang tangkai daun antara 40-180 cm, dengan daun-daun yang lebih tua biasanya berada di pucuk. Umbi porang memiliki dua macam bagian utama, yaitu umbi yang berada di dalam tanah dan umbi daun (Bulbil atau Kathak). Umbi dalam tanah adalah bagian utama dari tanaman porang. Umbi ini berada di dalam tanah dan memiliki bentuk bulat simetris dengan cekungan di bagian tengahnya. Bagian dalamnya berwarna kuning cerah dan memiliki serat yang halus. Umbi daun atau kathak terdapat pada setiap pangkal cabang atau tangkai daun porang. Biasanya berwarna kuning kusam atau

kuning kecokelatan. Kathak umbi porang digunakan sebagai benih untuk memperbanyak tanaman porang (Yasin et al., 2021).

Bunga porang berbentuk seperti tombak berujung tumpul dan bersifat uniseksual. Bunga porang terdiri dari tangkai bunga (pedunkulus), seludang bunga yang besar (spatha), dan tongkol bunga (spadiks). Tinggi pedunkulus berkisar 25-45 cm, diameter 16,5-28 mm, warna hijau muda hingga tua dengan berbercak putih kehijauan, halus dan licin. Spatha pendek berbentuk agak bulat, agak tegak, satu buah, bagian bawah hijau keunguan bercak putih, bagian atas jingga bercak putih, tinggi 20-28 cm dengan diameter 6-8 cm. Pada spadiks dari bagian pangkal terdiri atas bunga betina/putik (ginaesium), bunga jantan/benang sari (androesium) dan bunga mandul yang berbentuk seperti tombak (apendiks). Putik berwarna merah hati dan benang sari berwarna putih yang berada di atas putik (Gusmalawati et al., 2023).

Klasifikasi porang berdasarkan *Biological Library* (BioLib, 2023):

|         |                                        |
|---------|----------------------------------------|
| Regnum  | : Plantae                              |
| Divisio | : Magnoliophyta                        |
| Classis | : Liliopsida                           |
| Ordo    | : Alismatales                          |
| Familia | : Araceae                              |
| Genus   | : <i>Amorphophallus</i>                |
| Species | : <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume |

Dua siklus hidup pada tanaman porang adalah siklus vegetatif dimana tanaman porang berkembang biak secara asexual dengan bubil atau kathak yang tumbuh disela daun dan siklus generatif dimana tanaman porang berkembang biak secara seksual dengan spora yang terdapat pada bunga. Tanaman porang memasuki siklus vegetatif pada musim hujan dan masuk kedalam fase dorman pada musim kemarau. Tanaman porang yang memasuki fase dorman memiliki umur 2 musim. Setelah melewati fase dorman pertama, tanaman porang dapat memasuki siklus vegetatif atau siklus generatif setelah masuk ke musim hujan. Tanaman porang kembali menjadi fase dorman pada musim kemarau yang menandakan umbi porang menjadi umur 3 musim (Azizi dan Fredy, 2020).

Tanaman porang merupakan tanaman herba menahun (perennial) yang tumbuh dari umbi. Tanaman ini dapat ditemui tumbuh liar di berbagai tempat, seperti pinggir hutan jati, di bawah naungan rumpun bambu, sepanjang aliran Sungai dan Semak belukar. Tanaman porang tumbuh optimal pada naungan dengan intensitas cahaya sekitar 50-60%. Suksesnya pertumbuhan tanaman ini dipengaruhi oleh suhu udara antara 25-35°C. Curah hujan yang sesuai untuk periode pertumbuhan adalah antara 300-500 mm per bulan. Tanaman porang dapat tumbuh mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi, dengan batas maksimum sekitar 1000 m di atas permukaan laut. Tanaman ini dapat terbakar jika suhu udara melebihi 35°C, sedangkan pada suhu rendah dapat menyebabkan tanaman menjadi dorman (tidur). Pertumbuhan optimum umbi *Amorphophallus muelleri* dapat dicapai pada tanah yang mengandung kalsium (Ca) 25,3 me.hg-1. Setelah empat tahun dibudidaya, umbi tanaman porang dianggap sudah siap dipanen. Tanaman porang dikenal sebagai tanaman yang toleran dan tidak memerlukan banyak sinar matahari. Tanaman ini dapat tumbuh baik di bawah naungan berbagai jenis

pohon, seperti jati, mahoni, sonokeling, trembesi, bambu, singkong dan berbagai jenis tumbuhan suku *Fabaceae* (Mulyaningsih, 2022).

### 1.2.2 Glukomanan

Umbi porang mengandung polisakarida yang mampu menyerap air yang disebut manan atau lebih tepatnya glukomannan. Glukomannan adalah senyawa penting yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar dalam umbi *A. muelleri*. Glukomanan terdegradasi menjadi glukosa dan mannosa selama proses perkecambahan dan pertunasan. Senyawa ini memberikan energi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman. Glukomannan juga terlibat dalam proses-proses esensial dalam sistem metabolisme tanaman *A. muelleri*. Ini menjadikannya metabolit primer yang penting bagi tanaman ini. Kandungan glukomannan dalam umbi porang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti tingkat nitrogen total (N total), ketersediaan kalium tercukupi (K tertukar), kandungan karbon organik (C organik), kandungan bahan organik, pH tanah, dan rasio karbon-nitrogen (C/N). Selain itu, iklim mikro dan teknik budidaya juga berperan penting dalam menentukan kualitas dan kandungan glukomannan dalam umbi porang (Qur'ani et al., 2020).

Glukomanan adalah rantai hemiselulosa yang termasuk dalam polisakarida, terdiri dari karbohidrat kompleks seperti glukosa dan manosa. Sebagai salah satu jenis serat pangan, glukomanan dapat mendukung proses pencernaan manusia. Senyawa ini tersedia dalam bentuk tepung atau ekstrak tanaman dan dapat berubah menjadi gel karena kemampuannya menyerap serta larut dalam air. Umbi porang memiliki keunggulan dibandingkan umbi lainnya karena mengandung glukomanan dalam jumlah tinggi, sehingga sering digunakan dalam berbagai industri seperti farmasi, kosmetik, makanan dan minuman, bahan perekat, pertambangan, penyegar minuman, industri penerbangan, tekstil, dan lainnya (Amyranti et al., 2024).

Glukomanan memiliki sifat unik, antara lain dapat mengkristal dan membentuk serat halus. Karakteristik khas glukomanan meliputi kemampuannya larut dalam air, bahkan air dingin, dan membentuk gel. Kemampuan pengembangannya dalam air berkisar antara 138–200%, jauh lebih tinggi dibandingkan pati yang hanya 25%. Selain itu, glukomanan dapat membentuk gel ketika dilarutkan dalam air dan memiliki daya rekat yang kuat, kecuali jika ditambahkan asam asetat. Glukomanan juga dikenal sebagai serat pangan hidrokoloid yang kuat dan rendah kalori (Dalila et al., 2024).

### 1.2.3 Kalsium Oksalat

Selain kandungan glukomanan, porang mengandung kalsium oksalat yang dapat menyebabkan rasa gatal pada mulut dan berbahaya bagi kesehatan, salah satunya menyebabkan terbentuknya batu ginjal (Sumartini et al., 2023). Senyawa oksalat ( $C_2O_4^{2-}$ ) didalam umbi porang terdapat dalam bentuk larut air (asam oksalat) dan tidak larut air (biasanya dalam bentuk kalsium oksalat atau garam oksalat). Asam oksalat adalah senyawa kimia yang memiliki nama sistematis asam etanadioat. Asam oksalat dapat ditemukan dalam bentuk bebas ataupun dalam bentuk garam. Bentuk yang lebih banyak ditemukan dalam bentuk garam (Astuti et al., 2022).

Pengukuran kadar oksalat dalam makanan sangat penting dari perspektif kesehatan masyarakat. Kalsium oksalat yang terdapat dalam umbi porang berbentuk kristal seperti jarum dan bisa menimbulkan rasa gatal serta iritasi pada bibir dan lidah saat dikonsumsi. Asupan oksalat yang berlebihan berpotensi berbahaya, bisa

menyebabkan oksalosis atau pembentukan endapan kalsium oksalat di organ tubuh yang vital. Selain itu, kalsium oksalat dapat memicu masalah ginjal, mengurangi penyerapan kalsium, serta berkontribusi terhadap penyakit asam urat (Wardani dan Handrianto, 2019). Kandungan oksalat bisa diukur melalui metode titrasi, elektroforesis kapiler, kromatografi gas, atau analisis enzimatis (Rianti et al., 2022). Selain itu, metode fermentasi dengan bakteri asam laktat telah dikembangkan untuk menurunkan kadar kalsium oksalat, di mana lama fermentasi mempengaruhi tingkat penurunannya. Fermentasi selama 18 jam dianggap sebagai waktu optimal untuk mengurangi kandungan kalsium oksalat (Ferdian dan Perdana, 2021).

#### **1.2.4 Bakteri Asam Laktat (BAL)**

Bakteri asam laktat (BAL) adalah bakteri anaerob fakultatif yang dapat hidup di berbagai lingkungan, seperti pada tanaman, saluran pencernaan makhluk hidup, buah-buahan, sayuran, produk makanan olahan, produk susu, dan makanan fermentasi. BAL sering digunakan dalam pengawetan makanan, sebagai kultur fermentasi, dan juga dalam produk pangan probiotik. Bakteri asam laktat mampu menghasilkan asam organik dan metabolit primer, serta menurunkan pH di sekitarnya melalui ekskresi senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Ardilla et al., 2022). Bakteri asam laktat dapat mengeluarkan enzim ekstraseluler yang berperan dalam memecah karbohidrat menjadi gula sederhana, yang kemudian digunakan dalam proses metabolismenya (Erfisa dan Arpi, 2022).

Berdasarkan produk hasil fermentasinya, bakteri asam laktat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri asam laktat homofermentatif menghasilkan sekitar 90% asam laktat sebagai produk utama fermentasi, sementara pada bakteri heterofermentatif, jumlah asam laktat yang dihasilkan kurang dari 90% atau seimbang dengan produk lain seperti asam asetat, etanol, dan CO<sub>2</sub>. Bakteri ini tergolong mikroorganisme yang aman ditambahkan ke dalam makanan karena tidak beracun dan tidak menghasilkan toksin, dikenal sebagai mikroorganisme food grade, yaitu mikroorganisme yang tidak menimbulkan risiko bagi kesehatan. Beberapa genus bakteri asam laktat termasuk *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, dan *Corinebacterium* (Finanda et al., 2021).

#### **1.2.5 Ragi (Yeast)**

Ragi (yeast) adalah mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok jamur dan dapat hidup di tanah, tumbuhan, serta udara bebas. Mikroorganisme ragi alami ini mengonsumsi gula dan pati dari tepung, kemudian mengubahnya menjadi karbondioksida (Arwini, 2021). *Pichia kudriavzevii*, ragi non-konvensional, tersebar luas di lingkungan alami dan ditemukan dalam makanan serta minuman yang difermentasi secara tradisional di berbagai belahan dunia. Meskipun keamanannya masih menjadi perdebatan, minat terhadap ragi ini telah meningkat selama dua dekade terakhir berkat potensinya dalam pengolahan makanan dan bioteknologi. Kadang-kadang dianggap sebagai ragi penyebab pembusukan yang menghasilkan biofilm dan bau tidak sedap, tetapi lebih sering berperan dalam pembentukan senyawa rasa dan menunjukkan sifat probiotik. Saat ini, *P. kudriavzevii* digunakan sebagai kultur starter, baik sendiri maupun bersama ragi lain, untuk menghasilkan produk fermentasi dengan kualitas yang stabil. Karena karakteristik alaminya, seperti toleransi tinggi terhadap pH, etanol, suhu tinggi,

stres hiperosmotik, dan inhibitor lignoselulosa, ragi ini menarik perhatian untuk berbagai aplikasi industri (Chu et al., 2023).

#### **1.2.6 Enzim Amilase**

Enzim  $\alpha$ -amilase adalah enzim yang memecah ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik pada pati menjadi produk seperti glukosa dan maltosa. Enzim ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu termostabil (tahan panas) dan termolabil (tidak tahan panas). Enzim  $\alpha$ -amilase yang bersifat termostabil diperoleh dari bakteri seperti *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus stearothermophilus*, dan *Bacillus amyloliquefaciens*, sedangkan enzim termolabil dihasilkan dari jamur seperti *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus niger*. Selain itu, enzim ini juga bisa ditemukan pada tanaman dan hewan.  $\alpha$ -amilase berperan penting dalam industri seperti pembuatan roti dan sirup, dan banyak terdapat pada kecambah kacang-kacangan. Aktivitas enzim ini dipengaruhi oleh pH dan suhu, dengan kondisi optimal pada suhu 90-105°C dan pH 5,6-6,0. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak enzim, sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan gelatinisasi pati tidak sempurna (Salsabilla dan Fahrurroj, 2021).

#### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisis pengaruh berbagai perlakuan terhadap produksi glukomanan
2. Untuk menganalisis pengaruh berbagai perlakuan terhadap pengurangan kalsium oksalat pada tepung porang

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan yang lebih dalam tentang produksi glukomanan dan cara mengurangi kadar kalsium oksalat dalam tepung porang, yang dapat memberikan kontribusi positif pada pengembangan produk pangan yang lebih bermanfaat bagi masyarakat.

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Tempat dan Waktu**

Sampel keripik porang *Amorphophallus muelleri* Blume sebagai sumber glukomanan diperoleh dari PT. GA2C, Bulukumba, Sulawesi Selatan. Analisis kadar glukomanan dan kalsium oksalat dilakukan di Laboratorium Biokimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga November 2023.

#### **2.2 Alat dan Bahan**

##### **2.2.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, kaca preparat, mikroskop, bunsen, kompor, tip, mikropipet, *laminar air flow*, ose bulat, toples, botol air, kardus, karung, *spektrofotometer*, sarung tangan, oven, plastik sampel, blender, corong, labu Erlenmeyer, kertas saring, batang pengaduk, spatula, sendok tanduk, evaporator, timbangan analitik, gelas kimia, labu ukur, *stir bar*, *hot plate*, dan tabung reaksi,

##### **2.2.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keripik porang, air, etanol 96%, amilase, isolat BAL (Bakteri Asam Laktat), Yeast (ragi), aquades, fenol, natrium hidroksida 10%, natrium bisulfit, natrium kalium tartrat, larutan 3,5-Dinitro Salisilic Acid (DNS), asam format, NaOH 0,1 M, glukosa, ekstrak glukomanan, hidrolisat glukomanan, filtrat, asam sulfat 3M, NaOH 6M, HCl 6M, NH<sub>4</sub>OH, CaCl<sub>2</sub> 5%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20%, KMnO<sub>4</sub> 0,05 M.

#### **2.3 Metode Kerja**

##### **2.3.1 Fermentasi Keripik Porang**

Fermentasi keripik porang dilakukan dengan menambahkan enzim amilase dan kultur mikroba (BAL dan ragi). Enzim amilase yang digunakan memiliki perbandingan 3:1 (0,03 g/1 g) sesuai dengan Wardhani et al. (2019). Sebanyak 500 g keripik porang dimasukkan ke dalam fermentor. Setiap perlakuan ditambahkan 25 g enzim amilase atau 15 mL kultur mikroorganisme dengan OD 1 (Optical Density). Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut: [1] kontrol negatif (keripik porang); [2] keripik porang dengan enzim amilase; [3] keripik porang dengan *Pichia kudriavzevii*; [4] keripik porang dengan *Leuconostoc mesenteroides*; [5] keripik porang dengan *Pichia kudriavzevii* dan *Leuconostoc mesenteroides*; [6] keripik porang dengan *Pichia kudriavzevii* dan enzim amilase; [7] keripik porang dengan *Leuconostoc mesenteroides* dan enzim amilase; [8] keripik porang dengan enzim amilase, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Pichia kudriavzevii*. Setiap perlakuan diisi dengan air sulingan hingga mencapai volume 1000 mL dan diinkubasi selama 16 jam pada suhu kamar.

##### **2.3.2 Pembuatan Tepung Porang**

Langkah pertama dalam proses ini adalah menyiapkan peralatan untuk mengeringkan keripik porang hasil fermentasi, seperti kardus, karung, sendok, dan sarung tangan. Setelah itu, keripik porang hasil fermentasi dijemur hingga kering, dengan selalu membolak-baliknya agar kering secara merata. Pengeringan dilanjutkan

menggunakan oven pada suhu 50°C hingga keripik porang mudah dihancurkan. Setelah mencapai tekstur yang diinginkan, keripik porang yang dihasilkan kemudian dihancurkan menggunakan blender.

### 2.3.3 Ekstraksi Glukomanan

Metode ekstraksi yang digunakan yaitu metode maserasi. Setiap sampel tepung porang ditambahkan dengan 500 ml larutan etanol, lalu diaduk dan ditutup rapat. Campuran tersebut dидiamkan selama 24 jam sebelum dipisahkan menggunakan kertas saring. Proses ini diulang sebanyak tiga kali. Setelah itu, dilakukan proses pemisahan senyawa pelarut dengan metode evaporasi dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kasar dari tepung porang.

### 2.3.4 Analisis Kadar Glukomanan

Penentuan kandungan glukomanan mengikuti metode DNS seperti yang dijelaskan oleh Chua et al. (2012). Dalam metode ini, sampel seberat 0,2 g diaduk dalam 50 mL buffer asam format-NaOH (0,1 M) selama 4 jam. Setelah pengenceran hingga volume total 100 mL menggunakan buffer asam format-NaOH, campuran disentrifugasi pada 4000 rpm selama 20 menit. Selanjutnya, 5 mL larutan glukomanan dihidrolisis dengan 2,5 mL asam sulfat 3M dalam penangas air mendidih selama 90 menit. Setelah hidrolisis, larutan didinginkan hingga suhu kamar, dan ditambahkan 2,5 mL larutan NaOH 6 M, sehingga volume total menjadi 25 mL menggunakan air suling. Baik larutan glukomanan maupun larutan glukomanan terhidrolisis diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 550 nm. Nilai serapan yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan kurva standar D-glukosa untuk mengukur kandungan glukomanan dalam sampel. Metode ini memberikan cara yang dapat diandalkan untuk menilai konsentrasi glukomanan dalam larutan sampel yang diberikan.

### 2.3.5 Analisis Kadar Kalsium Oksalat

Penentuan kalsium oksalat mengikuti metode yang digariskan oleh (Adeniyi et al. 2009). Dalam prosedur ini, sampel seberat 2 g dicerna dengan 10 mL HCl 6M selama 1 jam dan kemudian diatur hingga volume 250 mL dalam labu takar. pH larutan yang dihasilkan dimodifikasi menggunakan larutan NH<sub>4</sub>OH hingga warnanya berubah dari merah muda menjadi kuning samar. Selanjutnya, 10 mL CaCl<sub>2</sub> 5% dimasukkan untuk mengendapkan oksalat yang tidak larut, dilanjutkan dengan sentrifugasi pada 4000 rpm selama 10 menit. Endapan yang dihasilkan dilarutkan menggunakan 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% dan volume totalnya menjadi 300 mL. Sebanyak 125 mL larutan ini dididihkan dan dititrasi dengan KMnO<sub>4</sub> 0,05 M hingga muncul warna merah muda samar. Kandungan oksalat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Calcium Oxalate} = \frac{\text{Volume KMnO}_4 \times 0,00225 \times 2,4}{\text{Weight of porang flour} \times 5} \times 105$$

Faktor pengenceran (2,4) ditentukan dengan membagi volume filtrat yang digunakan dengan volume total filtrat. Setara molar KMnO<sub>4</sub> dihitung menggunakan setara volume massa (1 cm<sup>3</sup> KMnO<sub>4</sub> 0,05 M) yang setara dengan 0,00225 g asam oksalat anhidrat. Viskositas larutan sampel (1%, 30°C) ditentukan menggunakan viskometer Brookfield RVDV 2 Pro yang dilengkapi dengan spindel No. 5 yang beroperasi pada 150 rpm. Pengukuran ini memberikan informasi penting tentang

ketahanan fluida untuk mengalir dalam kondisi tertentu, sehingga memungkinkan penilaian sifat fisiknya khususnya viskositas pada konsentrasi dan suhu tertentu. Pemilihan spindel No. 5 dan kecepatan putaran 150 rpm menunjukkan pengaturan instrumen yang digunakan untuk memperoleh nilai viskositas larutan sampel.

#### **2.4 Analisis Data**

Analisis data dilakukan secara deskriptif, data kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.