

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Hingga saat ini, masalah peningkatan penderita diabetes di Indonesia masih menjadi kekhawatiran. Merujuk data dari *Institute of Health Metric and Evaluation* (IHME) menunjukkan, pada tahun 2020 nilai persentase penderita diabetes ialah 8,71%. Angka ini diproyeksikan meningkat hingga mencapai 9,49% pada tahun 2024 (Wahidin et al., 2024). Mengatasi hal tersebut, pemerintah menghimbau masyarakat untuk menerapkan gaya hidup sehat serta memberikan dukungan layanan kesehatan untuk deteksi diabetes sejak dini lewat bantuan peninjauan berat badan, tekanan darah, dan uji kadar gula dalam darah (Moerdijat, 2023). Memperhatikan kandungan gula pada makanan adalah salah satu penerapan pola hidup sehat untuk mencegah tingginya kadar gula dalam darah atau diabetes. Oleh karena itu, produksi pangan sehat dengan bahan tambahan yang berperan lengkap bagi tubuh sangat diperlukan.

Kacang hijau, kelor, dan umbi porang merupakan bahan-bahan yang memiliki potensi besar untuk diolah menjadi pangan sehat. Kacang hijau kaya akan protein nabati, sedangkan kelor kaya akan beta karoten dan senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Porang merupakan bahan pangan yang memiliki indeks glikemik rendah sekitar 20,6 sehingga berpotensi untuk diolah menjadi pangan sehat yang ramah untuk penderita diabetes maupun pencegahan diabetes sejak dini (Wardani et al., 2023). Selain itu, produksi porang juga diprediksi akan mengalami peningkatan dari tahun 2020 yang hanya memperoleh 142.000 ton mencapai hingga 600.000 ton komoditi porang pada tahun 2024 (Aditriandi, 2024). Produk pangan yakni sereal dapat diproduksi dengan memanfaatkan umbi porang. Produk tersebut menjadi perhatian khusus karena hingga saat ini belum ada produk sereal di Indonesia yang menawarkan kandungan gula yang rendah. Hal ini karena produk sereal yang beredar di masyarakat menggunakan bahan berindeks glikemik tinggi, seperti jagung yang memiliki indeks glikemik hingga 90 (Purbowati dan Septiani, 2024). Namun, pengolahan porang sebagai produk makanan juga menjadi tantangan karena adanya kandungan kalsium oksalat yang dapat menimbulkan beberapa masalah seperti rasa gatal ketika dikonsumsi. Setyasih dan Ratnaningsih (2021) melaporkan bahwa per 100 gram umbi porang segar mengandung sekitar 0,19% kalsium oksalat, suatu kadar yang cukup tinggi sehingga membatasi penggunaannya sebagai bahan pangan fungsional.

Sebelumnya, Zhafira et al. (2023) telah mengembangkan sereal berbasis tepung porang untuk penderita diabetes. Namun, penelitian tersebut tidak melakukan analisis kadar kalsium oksalat pada produk akhir, sehingga tidak diketahui apakah proses produksi mampu menurunkan kadar oksalat ke tingkat aman untuk dikonsumsi. Data ini menunjukkan adanya *research gap* terkait evaluasi kandungan porang. Oleh karena itu, diperlukan penerapan dan evaluasi kalsium oksalat pada bahan baku porang sebelum diolah lebih lanjut (Zhafira



Perendaman pada larutan asam serta fermentasi adalah metode-metode untuk mengurangi kalsium oksalat. Metode perendaman dengan larutan asam dilakukan oleh Wardani dan Arifiyana (2020) dan berhasil memperoleh kandungan kalsium oksalat sebesar 1,1996% (Wardani dan Arifiyana., 2020). Sementara itu, Ferdian dan Perdana (2021) menggunakan metode fermentasi dan berhasil menurunkan kalsium oksalat pada porang hingga 62,28% (Ferdian dan Perdana, 2021). Dalam pembuatan *cereal flakes* ini diharapkan kandungan kalsium oksalat seminimal mungkin, sehingga dapat dipastikan keamanan konsumsinya sebagai produk pangan fungsional.

## 1.2 Landasan Teori

### 1.2.1 Porang (*Amorphophallus muelleri*)

Porang merupakan jenis tumbuhan umbi-umbian yang banyak ditemukan di Indonesia (Wardani dan Handrianto, 2019). Kandungan gizi yang terdapat dalam 100 g umbi porang segar, yaitu air 83,3%, glukomanan 3,58%, pati 7,65%, protein 0,92%, lemak 0,02%, serat berat 2,5%, kalsium oksalat 0,19%, abu 1,22%, dan Cu 0,09% (Setyasih dan Ratnaningsih, 2021). Kelebihan dari umbi porang adalah mengandung glukomanan yang di dalamnya terdapat serat larut dan indeks glikemik yang rendah oleh karena itu kadar glukosa dan kolesterol dalam darah dapat diturunkan (Rahmawati et al., 2022).

Namun, tingginya kadar kalsium oksalat dalam tepung porang menjadi salah satu kendala utama dalam pengembangannya sebagai bahan pangan fungsional. Kalsium oksalat merupakan salah satu bentuk garam oksalat yang tidak larut dalam air (*insoluble oxalate*) ketika oksalat berikatan dengan mineral kalsium. Bentuk garam tidak larut lainnya dapat terbentuk melalui ikatan oksalat dengan mineral besi maupun magnesium. Sifat ketidaklarutan tersebut menyebabkan senyawa-senyawa ini tidak dapat diserap oleh saluran pencernaan dan akhirnya diekskresikan melalui feses. Sebaliknya, oksalat yang bersifat larut (*soluble oxalate*) dapat diserap oleh usus dan kolon, kemudian masuk ke dalam aliran darah (Salgado et al., 2023).

Kandungan kalsium oksalat pada umbi porang dapat menimbulkan iritasi yang ditandai dengan sensasi gatal saat dikonsumsi (Kurniawati and Widjanarko, 2010). Selain itu, konsumsi oksalat berlebihan berpotensi menurunkan penyerapan kalsium dalam tubuh serta meningkatkan risiko terjadinya batu ginjal (nephrolithiasis) akibat pembentukan dan pengendapan kristal kalsium oksalat di ginjal (Salgado et al., 2023). Oleh karena itu, upaya untuk menurunkan kadar kalsium oksalat dalam umbi porang menjadi langkah penting sebelum proses pengolahan lebih lanjut.

Salah satu metode yang efektif untuk mengurangi kadar kalsium oksalat adalah



akan Bakteri Asam Laktat (BAL). Pada proses ini, bakteri asam kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *L. rhamnosus*, dapat oksalat ke dalam sel melalui permease. Oksalat tersebut kemudian di-CoA oleh enzim formyl-CoA transferase (FRC), dan selanjutnya xalyl-CoA decarboxylase (OXC) menjadi formiat (asam format) dan isme ini, konsentrasi oksalat dapat mengalami penurunan yang (2022).

### 1.2.2 Kacang Hijau (*Vigna radiata*)

Kacang hijau merupakan tanaman berupa kacang-kacangan yang memiliki warna hijau dan mengandung berbagai zat gizi yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia (Parwati, 2023). Kandungan gizi dari 100 g kacang hijau, air 9,5%, abu 3,67%, protein kasar 23,22%, dan serat kasar 4,85% (Zafar et al, 2023). Kelebihan dari kacang hijau adalah dapat dijadikan sebagai sumber pangan protein, mengandung berbagai vitamin yang dapat membantu metabolisme tubuh, dan memiliki lemak baik. Kacang hijau dapat dimanfaatkan menjadi tepung kacang hijau yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menggantikan tepung terigu dan mampu meningkatkan protein pada produk pangan (Nadila dan Sofyan, 2022).

### 1.2.3 Kelor (*Moringa oleifera*)

Kelor merupakan tanaman yang dapat digunakan dari akar hingga daunnya karena mengandung berbagai senyawa bermanfaat, seperti flavonoid sebagai antioksidan (Rahim et al, 2022). Kandungan gizi dari 100 g daun kelor, yaitu protein 6,7%, lemak 1,7%. Karbohidrat 12,5%. Serat 0,9%, vitamin C 0,22%, vitamin E 0,448%, dan magnesium 0,042% (Islam et al., 2021). Kelebihan dari kelor adalah dapat berperan sebagai antimikroba, antioksidan, antikanker, dan antidiabetes disebabkan mengandung berbagai senyawa phytochemical, seperti alkaloid, flavonoid, steroid, dan glikosida (Berawi et al., 2019). Daun kelor dapat dimanfaatkan menjadi tepung kelor yang berfungsi untuk meningkatkan kandungan gizi pada pangan disebabkan kandungan zat gizinya yang tinggi, seperti 17 kali lebih banyak mengandung kalsium jika dibandingkan dengan susu (Pramono et al, 2021).

### 1.2.4 Cereal flakes

*Cereal flakes* merupakan produk pangan berbentuk lembaran tipis yang terbuat dari biji-bijian, kacang-kacangan, dan tepung yang mengandung kadar pati tinggi (Kamilia et al., 2022). Umumnya karakteristik dari flakes adalah berupa lembaran-lembaran tipis berbentuk bulat, tidak rata pada bagian tepinya, warna yang kuning kecoklatan, tekstur yang renyah, dan mampu melakukan rehidrasi atau air dapat terserap kembali. Syarat mutu dari *cereal flakes* di atur dalam SNI 01-42017-1996, yaitu kadar air maksimal 3%, abu maksimal 4%, protein minimal 5,0%, lemak minimal 7%, karbohidrat minimal 60%, dan serat kasar maksimal 0,7%. Kelebihan dari *cereal flakes* adalah mudah untuk ditemukan, memiliki harga yang terjangkau, dan untuk menyajikannya tidak diperlukan waktu yang lama.

## 1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana memanfaatkan potensi bahan pangan dalam pembuatan produk fungsional?  
 a. pengaruh kombinasi metode pengurangan kalsium oksalat pada produk?  
 b. formula terbaik dalam pembuatan serta pengaruh sifat kimiawinya?  
 c. pengaruh konsumsi *cereal flakes* terhadap peningkatan gula darah penderita diabetes?



#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk memanfaatkan potensi porang sebagai bahan dalam pembuatan produk pangan fungsional.
2. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi metode pengurangan kalsium oksalat pada pembuatan tepung porang.
3. Untuk mengetahui formula terbaik pada pembuatan *cereal flakes* serta pengaruh pengolahan terhadap senyawa pada bahan baku.
4. Untuk mengetahui pengaruh konsumsi *cereal flakes* terhadap peningkatan gula darah secara *in vivo*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menjadi sarana informasi bagi masyarakat mengenai peluang beberapa bahan pangan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan produk pangan yang aman untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes.



## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Riset

Riset ini dilaksanakan selama 4 bulan dan dilakukan di Laboratorium Pengembangan Produk Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin dan untuk analisis dan pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisa Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam riset ini antara lain ayakan, *blender*, botol timbangan, buret, cawan porselen, cetakan, corong *buchner*, desikator, *disc mill*, erlenmeyer, *Fourier Transform InfraRed* (FTIR), *Glucometer*, gelas kimia, *hotplate*, kompor, labu destilasi, labu *Kjedahl*, labu ukur, lemari asam, *moisture analyzer*, pipet tetes, pisau, *roller*, *Soxhlet*, statis, tanur, *texture analyzer*, tirsan, timbangan analitik, dan wadah.

Bahan yang digunakan dalam riset ini ialah air, akuades, *alumunium foil*, asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), asam cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), asam klorida ( $\text{HCl}$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), *baking paper*, daun kelor, etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), heksana ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), kacang hijau, kalium permanganat ( $\text{KmnO}_4$ ), kertas saring, natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), pakan tikus, *plastic wrap*, selenium, *starter* BAL, strip *glucometer*, tikus wistar, tisu, dan umbi porang.

### 2.3 Variabel Riset

1. Variabel bebas yaitu beberapa perbandingan antara tepung porang, tepung kacang hijau, dan tepung kelor dalam pembuatan *cereal flakes*.
2. Variabel kontrol yaitu mencit yang diberi perlakuan puasa  $\pm 12$  jam.
3. Variabel terikat yaitu dihasilkan tepung porang yang tidak mengandung kalsium oksalat, *cereal flakes* yang dihasilkan mengandung kandungan proksimat sesuai dengan SNI, *cereal flakes* yang memiliki daya patah yang tinggi, dan mencit yang tidak mengalami kenaikan gula darah yang tinggi.

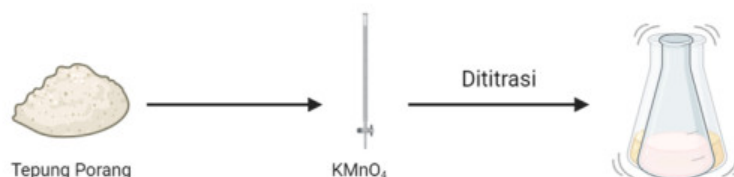
### 2.4 Prosedur Kerja

#### 2.4.1 Pembuatan Tepung Porang

Pembuatan tepung porang dari umbi porang diawali dengan umbi porang mentah dikupas kemudian dicuci dan diiris tipis. Kemudian, umbi porang difermentasi menggunakan *starter* BAL serta air dengan perbandingan 1:1000 dan dilanjutkan penggilingan basah. Selanjutnya, dilakukan pengeringan dan dimasukkan ke dalam mesin penepung (*disc mill*) dan dihaluskan hingga diperoleh tepung porang.



### 2.4.2 Pengujian Kadar Kalsium Oksalat Tepung Porang



Gambar 1. Tahapan Pengujian Kadar Kalsium Oksalat Tepung Porang  
(Sumber : biorender.com)

Pengujian kadar kalsium oksalat dilakukan dengan titrasi permanganometri dengan menggunakan kalium permanganat. Selanjutnya, titrasi dilakukan hingga mencapai titik akhir titrasi dan dihitung kadar kalsium oksalat berdasarkan hasil volume awal titrasi dan volume akhir titrasi.

### 2.4.3 Pembuatan Tepung Kacang Hijau

Pembuatan tepung kacang hijau dilakukan dengan cara penyortiran bahan baku yang berkualitas baik lalu dilakukan perendaman, pencucian, dan pengeringan menggunakan suhu 105°C hingga kering. Setelah itu, dimasukkan ke dalam *grinder* yang bertujuan untuk proses penepungan pada kacang hijau dan diayak.

### 2.4.4 Pembuatan Tepung Daun Kelor

Pembuatan tepung daun kelor diawali dengan penyortiran daun kelor segar lalu diangin-anginkan. Selanjutnya, daun kelor dikeringkan pada suhu 70°C selama 3 jam. Lalu, daun kelor kering dihancurkan menggunakan *grinder* dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. (Nu'man dan Bahar, 2021).

### 2.4.5 Pembuatan *Cereal flakes*

Proses pembuatan *cereal flakes* dimodifikasi dari Fitriani et al. (2019) diawali dengan tepung porang yang diperoleh dari tahap sebelumnya, kemudian dicampur dengan tepung kacang hijau dan tepung daun kelor dengan perbandingan porang : kacang hijau : kelor yakni (2:1:1), (1:2:1), dan (1:1:2). Formulasi tepung dalam pembuatan *cereal flakes* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Tepung dalam Pembuatan *Cereal flakes*

| Perlakuan      | Tepung Porang (g) | Tepung Kacang Hijau (g) | Tepung Kelor (g) |
|----------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| A <sub>1</sub> | 25                | 25                      | 50               |
|                | 25                | 50                      | 25               |
|                | 50                | 25                      | 25               |



g-masing formulasi dicampurkan dengan air sampai terbentuk ai. Selanjutnya, adonan serpihan yang sudah dibentuk kemudian kan *roller* lalu dicetak. Setelah itu, dikeringkan menggunakan oven

pengering dengan suhu pengeringan 60°C selama 3 jam dan disimpan dalam wadah tertutup (Fitriani et al., 2019).

#### 2.4.6 Pengujian Proksimat

Pengujian proksimat dari produk *cereal flakes* meliputi pengujian kadar air yang menggunakan *moisture analyzer*, pengujian kadar abu menggunakan metode Tanur, pengujian kadar lemak dengan metode ekstraksi *Soxhlet*, pengujian kadar protein dengan metode *Kjeldahl*, pengujian kadar serat dengan menggunakan metode ekstraksi asam-basa, dan pengujian kadar karbohidrat dengan menggunakan metode *by differences*. Formula terbaik dari hasil pengujian proksimat ini akan dilanjutkan pada uji *in vivo* untuk diberikan pada hewan coba menggunakan sonde.

#### 2.4.7 Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)

Metode pengujian menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi pada *cereal flakes* yang dibandingkan dengan produk komersil. Bilangan gelombang dipindai disesuaikan dan spektrum semua sampel dikumpulkan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak sistem.

#### 2.4.8 Pengujian *In vivo*

Pengujian *in vivo* dilakukan dengan mengadaptasi metode yang dimodifikasi dari Oluwajuyitan dan Ijarotimi (2019). Sebanyak sembilan ekor tikus digunakan dalam penelitian ini dan dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, masing-masing terdiri atas tiga ekor tikus, yaitu kelompok kontrol positif (P), kontrol negatif (N), dan kelompok uji (U). Kelompok kontrol positif diinduksi dengan aloksan dan diberikan produk komersial, sedangkan kelompok kontrol negatif tidak diinduksi aloksan dan hanya diberi pakan standar. Adapun kelompok uji diinduksi aloksan dan diberikan *cereal flakes* dengan formula terbaik berdasarkan hasil uji proksimat sebelumnya. Perlakuan dilakukan dan diamati selama tiga hari.

Sebelum dilakukan induksi aloksan, seluruh tikus diaklimatisasi selama satu minggu. Setelah proses aklimatisasi, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah awal menggunakan glukometer pasca induksi aloksan, kemudian tikus dipuasakan selama 12 jam. Selanjutnya, kadar glukosa darah diukur tiga jam sesudah pemberian makanan masing-masing. Data hasil pengukuran tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan kadar glukosa darah akibat perlakuan yang diberikan (Oluwajuyitan dan Ijarotimi, 2019).

### 2.5 Analisis Data

Pengolahan data hasil riset dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dari porang dengan menggunakan perbandingan hasil dari tiap akan SNI sebagai acuan kesesuaian produk dengan standar, dan ragan hasil uji FTIR pada bahan baku serta produk akhir yang



## 2.6 Cara Penafsiran dan Penyimpulan Hasil Riset

Penafsiran serta penyimpulan dilakukan dengan mengamati perbandingan antara hipotesa awal mengenai permasalahan tepung porang dengan kandungan kalsium oksalat tinggi dengan data hasil pengujian kuantitatif serta kualitatif dan dapat ditarik kesimpulan dari hasil riset.

## 2.7 Rancangan Anggaran Penelitian

| No.               | Jenis Pengeluaran | Sumber Dana      | Besaran Dana (Rp) |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1                 | Bahan habis pakai | Belmawa          | 6.000.000         |
|                   |                   | Perguruan tinggi | 154.000           |
|                   |                   | Instansi lain    | -                 |
| 2                 | Sewa/jasa         | Belmawa          | 1.000.000         |
|                   |                   | Perguruan tinggi | 480.000           |
|                   |                   | Instansi lain    | -                 |
| 3                 | Transportasi      | Belmawa          | 2.000.000         |
|                   |                   | Perguruan tinggi | -                 |
|                   |                   | Instansi lain    | -                 |
| 4                 | Lain-lain         | Belmawa          | 1.000.000         |
|                   |                   | Perguruan tinggi | 150.000           |
|                   |                   | Instansi lain    | -                 |
| Jumlah            |                   |                  | 10.784.000        |
| Rekap Sumber Dana |                   | Belmawa          | 10.000.000        |
|                   |                   | Perguruan tinggi | 784.000           |
|                   |                   | Instansi lain    | -                 |
|                   |                   | Jumlah           | 10.784.000        |

