

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia termasuk negara agraria dengan hasil pertanian yang melimpah. Pisang merupakan salah satu produk hortikultura yang berbuah sepanjang tahun sehingga mudah diperoleh dalam jumlah besar. Buah pisang menjadi komoditas dengan jumlah produksi yang paling tinggi setiap tahunnya. Berdasarkan data BPS tahun 2023, menyatakan buah pisang di Indonesia diproduksi hingga 9.335.232 ton dan Provinsi Sulawesi Selatan memproduksi sebanyak 168.284 ton ([BPS] Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024).

Menurut data statistik konsumsi pangan, konsumsi pisang di Indonesia mengalami peningkatan rata-rata 13,49% per tahun sejak tahun 2018, hingga mencapai 8.507 pada tahun 2023 (Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian, 2023). Tingkat konsumsi pisang belum sebanding dengan tingginya produksi pisang di Indonesia. Hal ini menyebabkan tingginya jumlah pisang yang terbuang dan tidak dimanfaatkan yang berdampak pada kerugian pascapanen.

Pisang termasuk jenis buah klimaterik yang berarti mengalami peningkatan laju respirasi setelah dipanen, yang menyebabkan buah mudah mengalami pembusukan sehingga memiliki masa simpan yang relatif singkat (Triardianto *et al.*, 2022). Pengolahan buah pisang menjadi tepung merupakan salah satu upaya diversifikasi olahan buah pisang untuk memperpanjang masa simpannya. Selain itu, penepungan juga dapat memudahkan pengaplikasian dalam berbagai jenis produk guna meningkatkan nilai jualnya, serta memudahkan penyimpanan dan proses pendistribusian.

Umumnya semua jenis pisang dapat diolah menjadi tepung, akan tetapi karakteristik dan mutu tepung dipengaruhi oleh jenis pisang yang digunakan. Pisang kepok merupakan salah satu jenis pisang plantain sehingga membutuhkan pengolahan sebelum dikonsumsi. Pisang kepok memiliki kadar pati yang cukup tinggi yakni sebesar 76,29%, dengan kadar amilosa 28,92% dan rasio amilosa/ amilopektin 0,41% (Nirmagustina *et al.*, 2024). Pisang kepok memiliki kulit yang tebal dan daging buah yang sedikit pipih, dengan tekstur yang agak keras serta tidak memiliki aroma kuat (Kurniawan & Deglas, 2022). Kandungan gizi dalam 100 g buah pisang yaitu 89 kkal, 0,7 g lemak, 1,31 g protein, 3,7 g serat, 22,84 g karbohidrat, vitamin A 3 µg, vitamin C 9,5 -mg, vitamin E 0,37 mg, vitamin B kompleks, serta mengandung berbagai jenis mineral seperti kalsium 7 mg, magnesium 38 mg, potasium 426 mg dan fosfor 29 mg (Ranjha *et al.*, 2022). Tingginya kadar pati dan kandungan gizi dalam pisang kepok meningkatkan potensi untuk diolah menjadi tepung sebagai bahan dasar dalam berbagai produk olahan.

Karakteristik dan mutu tepung pisang yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh kematangan buah pisang yang digunakan. Kematangan buah pisang dapat diketahui berdasarkan warna kulit buah. Gambar 01, menunjukkan bahwa kematangan buah pisang terbagi menjadi 6 skala warna, yakni (1) hijau penuh, (2) hijau dengan sedikit kuning, (3) hijau kekuningan, (4) kuning lebih dominan dari hijau dengan perbandingan 7:3, (5) kuning dengan ujung pangkal buah berwarna hijau dan (6) kuning penuh (Widodo *et al.*, 2019). Pisang mengkal (skala 3) dipilih sebagai bahan baku pembuatan tepung karena memiliki kadar pati yang lebih tinggi dibanding pisang matang (Phillips *et al.*, 2021). Pisang mengkal belum mengalami perombakan pati menjadi gula sederhana yang

signifikan, sehingga menghasilkan rendemen tepung yang lebih tinggi dengan tekstur yang lebih kering dan halus (Pratiwi & Krisbianto, 2019). Selain itu, pisang mengkal memiliki kandungan tanin yang lebih rendah dibanding pisang mentah dan akan menurun seiring meningkatnya kematangan buah pisang sehingga rasa sepatnya menjadi lebih berkurang (Huang *et al.*, 2024). Tepung pisang kepok mengkal memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku produk, karena memiliki karakteristik berwarna lebih putih, aroma dan rasa yang lebih netral dibanding jenis tepung pisang lain (Putri *et al.*, 2015).



Gambar 01. Skala Warna Kematangan Buah Pisang

Sumber: (Widodo *et al.*, 2019)

Meskipun tepung ini memiliki keunggulan dari aspek sensori, akan tetapi terdapat keterbatasan karakteristik fungsional yang dapat mempengaruhi karakteristik produk yang dihasilkan. Tepung pisang memiliki daya kembang dan elastisitas yang rendah karena tidak memiliki kandungan gluten (Arifin *et al.*, 2023). Selain itu, daya ikat air yang rendah sehingga akan menghasilkan produk yang lebih mudah mengering atau mengeras (Anggraeni, 2019).

Modifikasi dapat dilakukan untuk meningkatkan karakteristik tepung pisang sesuai kebutuhan. Modifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti fisik, kimia dan biologi. Salah satu cara modifikasi tepung secara biologi yakni dengan fermentasi.

Fermentasi sudah banyak digunakan sejak dulu karena menjadi salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan nilai gizi pada suatu produk dengan biaya yang rendah (Anjeli *et al.*, 2025). Fermentasi merupakan suatu proses biokimia untuk mengurai substrat organik menjadi produk yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Proses fermentasi diharapkan mampu meningkatkan karakteristik dan kandungan gizi dalam tepung pisang. Proses fermentasi dapat menurunkan kadar pati dan menurunkan kadar karbohidrat akibat terjadinya proses hidrolisis pati dan karbohidrat selama proses fermentasi (Ayo-Omogie *et al.*, 2021). Selain itu, fermentasi juga dapat berpengaruh terhadap struktur pati yang terdiri dari daerah amorf dan kristalin. Daerah amorf memiliki susunan molekul yang tidak teratur, lebih longgar sehingga mudah menyerap air dan mengembang. Sebaliknya, daerah kristalin tersusun lebih teratur dan rapat, bersifat stabil serta berfungsi menjaga kekuatan struktur pati (Dou *et al.*, 2023). Proses fermentasi dapat meningkatkan kadar pati resisten tipe III, karena aktivitas bakteri asam laktat menghasilkan enzim amilase dan pullulanase yang mampu menghidrolisis pati pada ikatan cabang α -1,6 amilopektin (*debranching*), sehingga terbentuk fragmen rantai linear. Rantai pati yang linear memiliki struktur stabil yang sulit dicerna dan mudah mengalami retrogradasi sehingga kadar pati resisten terutama tipe III menjadi meningkat (Setiarto & Widhyastuti, 2018).

Jenis starter mikroorganisme yang digunakan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi karakteristik tepung fermentasi yang dihasilkan. Starter juga berperan dalam mempercepat proses fermentasi (Cahyadi *et al.*, 2024). Jenis starter

mikroorganisme yang umum digunakan dalam proses fermentasi yakni ragi tapai dan starter Bimo CF. Kedua jenis starter tersebut mudah didapatkan sehingga memudahkan proses fermentasi dengan biaya lebih terjangkau.

Ragi tapai umumnya digunakan dalam pembuatan tapai ketan dan tapai singkong. Ragi tapai merupakan starter kering yang mengandung berbagai campuran mikroorganisme kompleks berupa bakteri jenis cocci, kapang (*Aspergillus*, *Amylomyces*, *Mucor sp*, *Rhizopus sp*) dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*). Mikroorganisme dalam ragi tapai dapat mengubah substrat kompleks menjadi produk yang lebih sederhana (Aisah *et al.*, 2021). Kapang dapat menghasilkan enzim amilase yang berperan mengubah pati menjadi gula sederhana, khamir terutama *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghidrolisis gula sederhana menjadi karbon dioksida dan alkohol (Sevina *et al.*, 2025).

Starter Bimo CF digunakan sebagai starter khusus dalam pembuatan tepung mocaf. Starter Bimo CF merupakan jenis starter kering yang berisi bakteri asam laktat yang terdiri dari bahan aktif dan bahan pembawa (Nugroho *et al.*, 2018). Tepung yang dibuat dengan penambahan starter Bimo CF memiliki warna yang putih, aroma netral dan tidak memiliki rasa pahit (Ilyasa *et al.*, 2024; Nugroho *et al.*, 2018).

Penelitian oleh Adebayo-Oyetoro *et al.* (2015), menunjukkan bahwa fermentasi tepung pisang secara tidak terkontrol, lalu diaplikasikan dalam pembuatan roti dapat meningkatkan kadar abu, serat kasar, zat besi dan seng serta produk roti dapat diterima oleh panelis. Berdasarkan pernyataan tersebut tepung pisang yang difermentasi dapat mempengaruhi karakteristik fisikokimia produk. Penggunaan tepung pisang fermentasi dengan jenis starter dan konsentrasi yang berbeda dapat dilakukan analisis tingkat penerimaan panelis, sifat fisik dan kandungan gizi melalui pengaplikasiannya sebagai bahan dalam pembuatan bolu cukke'.

Bolu cukke' merupakan salah satu olahan khas Sulawesi Selatan, khususnya wilayah Bugis. Kue ini memiliki tekstur padat namun tetap lembut, berwarna coklat kemerahan, serta memiliki aroma khas dan cita rasa manis (Burhan & Latief, 2023). Proses pembuatan bolu cukke' yang sederhana menjadikan olahan ini populer sebagai oleh-oleh khas, maupun dikonsumsi dalam perayaan atau acara adat. Umumnya, bolu cukke' dibuat dengan bahan dasar tepung terigu. Penggunaan tepung terigu dapat menyebabkan peningkatan tingkat impor gandum setiap tahunnya (Manjilala & Mustamin, 2021). Berdasarkan data BPS tahun 2023, Indonesia telah mengimpor gandum dari berbagai negara sebanyak lebih dari 10.586,6 ton ([BPS] Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Selain itu, kandungan gluten dalam tepung terigu yang dapat menimbulkan reaksi alergi pada sebagian orang yang intoleran terhadap gluten (Anggareta, 2022). Maka dari itu, dibutuhkan inovasi substitusi bahan dasar bolu cukke' melalui pemanfaatan pangan lokal, seperti pisang yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Penggunaan tepung pisang fermentasi dengan jenis starter dan konsentrasi yang berbeda sebagai bahan baku bolu cukke' diharapkan mampu menghasilkan produk dengan peningkatan organoleptik, sifat fisik dan nilai gizi. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisis organoleptik dan sifat fisikokimia dari bolu cukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi dengan perbedaan jenis dan konsentrasi starter.

1.2 Rumusan Masalah

Produksi pisang di Indonesia sangat tinggi, namun pemanfaatannya belum optimal sehingga banyak buah pisang yang terbuang akibat masa simpan yang singkat. Pengolahan pisang menjadi tepung merupakan salah satu upaya diversifikasi olahan buah pisang. Namun, tepung pisang memiliki karakteristik fungsional yang masih kurang optimal, sehingga pemanfaatan tepung pisang dalam bidang pangan masih rendah. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan upaya modifikasi yang diharapkan mampu meningkatkan karakteristik fungsional tepung pisang. Metode fermentasi sebagai bentuk modifikasi secara bioteknologi dapat mempengaruhi karakteristik tepung pisang, karena dalam proses fermentasi terjadi penguraian substrat organik menjadi produk yang lebih sederhana oleh mikroorganisme. Terdapat hal penting dalam proses fermentasi yakni jenis dan konsentrasi starter yang digunakan karena masing-masing memiliki aktivitas berbeda yang berpengaruh terhadap hasil akhir produk. Salah satu produk yang dapat dibuat dengan bahan utama tepung pisang fermentasi dengan perbedaan jenis dan konsentrasi starter adalah bolu kukke' yang perlu dianalisis mutu organoleptik, sifat fisik dan nilai gizinya. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi starter dalam pembuatan tepung pisang fermentasi terhadap karakteristik fisikokimia bolu kukke'.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan perlakuan terbaik bolu kukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi berdasarkan analisis organoleptik, penurunan mutu organoleptik selama penyimpanan dan sifat fisiknya.
2. Untuk menganalisis kandungan gizi dari perlakuan terbaik bolu kukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui informasi mengenai potensi pengembangan produk pangan lokal, khususnya pisang melalui pembuatan tepung pisang fermentasi guna meningkatkan nilai gizi dan karakteristik fisik bolu kukke'.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober 2025, di Unit Penelitian Klinis Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, serta Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, dan Laboratorium Pengolahan Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan dalam tiga jenis, berdasarkan tujuan penggunaannya. Alat utama yang digunakan dalam pembuatan tepung pisang fermentasi dan bolu cukke' yaitu ayakan 80 mesh, baskom, cetakan, gelas ukur, grinder, kain, kuas, mixer, nampan, oven pemanas (*Memmert*), oven pengering, pisau, saringan, slicer buah, spatula, talenan, timbangan analitik (*Sartorius*), toples kaca dan wadah. Alat-alat Analisa meliputi hotplate (*Faithful*), kondensor, pendingin balik, *soxhlet*, tanur dan *texture analyzer*. Adapun alat-alat gelas dan penunjang meliputi batang pengaduk, bulb (*D&N*), cawan porselen, corong buchner, desikator, erlenmeyer (*Pyrex*), labu kjeldahl, labu ukur (*Pyrex*), lidi, mistar, penjepit kertas, pipet tetes, pipet volume (*Pyrex*) dan sendok tanduk.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan dalam tiga jenis, berdasarkan tujuan penggunaannya. Bahan utama terdiri dari pisang kepok, ragi tapai, bimo-cf, air, garam, gula aren, gula pasir, margarin, minyak goreng, perisa vanila, soda kue, tbm (pengemulsi) dan telur. Bahan-bahan Analisa meliputi akuades, asam borat (H_3BO_3), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), etanol pa 96%, indikator *counwey*, indikator phenolptalein, kloroform, natrium hidroksida (NaOH) dan petroleum benzena. Adapun bahan-bahan penunjang meliputi *aluminium foil* (*Total wrap*), karet gelang, kertas roti, kertas saring, plastik bening, selenium, dan tisu.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pembuatan Tepung Pisang Fermentasi (Modifikasi dari Ayo-Omogie *et al.*, 2021)

Prosedur pembuatan tepung pisang fermentasi mengikuti penelitian Ayo-Omogie *et al.* (2021) yang telah dimodifikasi. Pembuatan tepung pisang fermentasi diawali dengan mengupas kulit buah pisang kemudian ditimbang dan diiris tipis menjadi beberapa bagian ukuran 1 mm dan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dengan penambahan garam 0,5% dari jumlah air untuk mencegah pencoklatan. Selanjutnya, buah pisang disaring dan dimasukkan ke dalam wadah steril lalu ditaburkan dengan starter sesuai perlakuan hingga merata. Kemudian dimasukkan ke dalam toples kaca steril ukuran 10 L hingga mencapai setengah ukuran toples lalu ditutup dengan kain. Setelah itu, dilakukan fermentasi selama 36 jam pada suhu 30°C. Kemudian pisang yang telah difermentasi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Pisang yang telah kering

dihaluskan menggunakan *grinder* dan diayak dengan ayakan 80 *mesh* untuk diperoleh tepung pisang fermentasi.

2.3.2 Pembuatan Bolu Cukke'

Pembuatan bolu cukke' diawali dengan bahan disiapkan 125 g telur, 100 g gula aren, 2 g soda kue, 1 g tbm (pengemulsi), 1 g perisa vanila dan 20 g gula pasir. Seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam wadah lalu diaduk dengan mixer kecepatan rendah hingga gula aren larut. Kemudian gunakan kecepatan mixer maksimum hingga adonan mengembang. Selanjutnya tambahkan tepung pisang sesuai rancangan formulasi sedikit demi sedikit sambil di mixer dengan kecepatan rendah. Setelah itu, tambahkan 20 g minyak goreng lalu aduk hingga rata. Selanjutnya, panaskan oven dengan suhu 170°C api atas bawah. Oleskan cetakan dengan margarin lalu panaskan di dalam oven hingga margarin meleleh. Kemudian adonan dituang ke dalam cetakan lalu panggang selama 20 menit, sehingga dihasilkan bolu cukke' yang telah matang. Formulasi pembuatan bolu cukke' tepung pisang fermentasi dapat dilihat pada tabel 01.

Tabel 01. Formulasi Bolu Cukke' Tepung Pisang Fermentasi

Bahan	Jumlah (%)	Jumlah (gram)
Tepung pisang	100 % (Tertera pada rancangan formulasi)	125g
Telur	50,20%	125g
Gula aren	32,13%	80g
Gula pasir	8,03%	20g
Soda kue	0,8%	2g
TBM (Pengemulsi)	0,4%	1g
Vanila	0,4%	1g
Minyak goreng	8,03%	20g

2.4 Desain Penelitian

2.4.1 Penelitian Tahap I

Penelitian tahap pertama dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik bolu cukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktorial dan 5 taraf perlakuan. 2 faktorial yang digunakan yakni jenis starter (A) dan konsentrasi starter (B) dengan penambahan perlakuan kontrol (A0) yaitu tepung pisang tanpa fermentasi. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Adapun rancangan formulasi bolu cukke' yang digunakan, yaitu:

A0 = Kontrol (Tepung pisang tanpa fermentasi)

A1B1 = Tepung pisang hasil fermentasi ragi tapai 1%

A1B2 = Tepung pisang hasil fermentasi ragi tapai 2%

A2B1 = Tepung pisang hasil fermentasi Bimo-CF 1%

A2B2 = Tepung pisang hasil fermentasi Bimo-CF 2%

Setiap perlakuan bolu cukke' yang berbeda akan diuji dan berdasarkan pengujian organoleptik dan pengujian pendukung yakni pengujian penurunan mutu selama

penyimpanan serta pengujian sifat fisik meliputi pengujian profil tekstur, daya kembang dan daya lintang sehingga diperoleh perlakuan terbaik pada bolu cukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi.

2.4.2 Penelitian Tahap II

Penelitian tahap kedua dilakukan untuk menganalisis kandungan gizi dari perlakuan terbaik bolu cukke' berbahan dasar tepung pisang fermentasi berdasarkan hasil yang diperoleh dari tahapan pertama. Penelitian tahap II menggunakan 2 taraf perlakuan, yakni :

T1 = Kontrol (Tepung pisang tanpa fermentasi)

T2 = Perlakuan terbaik dari tahap I

Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Setiap perlakuan akan dilakukan analisis kandungan gizi yang meliputi pengujian kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar kalori dan kadar serat kasar.

2.5 Parameter Pengamatan

2.5.1 Organoleptik (Burhan & Latief, 2023)

Pengujian organoleptik dilakukan menggunakan metode hedonik dengan 25 orang panelis semi terlatih. Pengujian organoleptik dimulai dengan menyiapkan sampel sesuai dengan perlakuan. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam wadah organoleptik yang telah diberi kode. Selanjutnya, panelis mencicipi dan mengamati sampel berdasarkan parameter aroma, rasa, tekstur dan warna. Setelah itu, penilaian dituliskan di kuesioner yang telah disediakan. Adapun skala hedonik yang digunakan, yaitu:

1 = Sangat tidak suka

2 = Tidak suka

3 = Netral

4 = Suka

5 = Sangat suka

2.5.2 Penurunan Mutu Organoleptik Selama Penyimpanan (Hunaefi & Ulfah, 2019)

Pengujian penurunan mutu bolu cukke' selama penyimpanan dilakukan dengan pengujian organoleptik metode hedonik. Bolu cukke' disimpan pada suhu ruang selama 7 hari dan dilakukan pengamatan pada hari ke-1, 4 dan 8.

2.5.3 Sifat Fisik Bolu Cukke'

2.5.3.1 Daya Kembang (Yuliana *et al.*, 2025)

Pengujian daya kembang dilakukan dengan mengukur tinggi adonan bolu cukke' sebelum dan setelah dioven. Lidi ditusukkan pada bagian tengah adonan bolu cukke' kemudian diukur menggunakan mistar. Daya kembang ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Daya kembang} = \frac{b - a}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Tinggi adonan sebelum dioven

b = Tinggi adonan setelah dioven

2.5.3.2 Daya Lintang (Pusuma *et al.*, 2018)

Pengujian daya lintang atau kenampakan irisan dianalisis dengan metode pemotretan. Bolu cukke' diiris dengan ketebalan 1,5 cm lalu diletakkan dengan alas putih dan dilakukan untuk melihat kekompakan dan keseragaman pori-pori bolu cukke' yang terbentuk.

2.5.3.3 Texture Profile Analyzer (TPA) (Siwi & Sofyan, 2022)

Pengujian tekstur bolu cukke' dilakukan dengan menggunakan *texture profile analyzer* (TPA). Bolu cukke' yang telah matang dipotong menjadi dadu dengan ukuran yg seragam. Selanjutnya, *probe* dipasang pada alat dan dinyalakan. Setelah itu, dikalibrasi dan diatur nilai *trigger* 5.0 g, deformation 0,5 mm, *speed* 2.0 mm/s. Lalu, sampel diletakkan di atas meja objek dan diatur nilai *distance* hingga menyentuh sampel, lalu tombol *start* ditekan. Hasil yang diperoleh dilihat pada panel layar dan dicatat.

2.5.4 Kandungan Gizi Bolu Cukke'

2.5.4.1 Kadar Air (AOAC, 2005)

Pengujian kadar air dilakukan dengan mengeringkan cawan porselen dalam oven pada suhu 105°C selama 60 menit, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kemudian sampel ditimbang 2 g dalam cawan porselen, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Setelah itu, sampel disimpan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang hingga mencapai bobot konstan. Proses tersebut dilakukan hingga diperoleh berat konstan (selisih <0,005 g). Kadar air dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Air (bk)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat akhir}} \times 100\%$$

2.5.4.2 Kadar Abu (Rusdin *et al.*, 2023)

Pengujian kadar abu diawali dengan mengeringkan cawan porselen yang telah diketahui bobotnya ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 1 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kemudian sampel ditimbang 2 g dalam cawan porselen, lalu dikeringkan dengan tanur pada suhu 600°C selama 3-5 jam hingga sampel menjadi abu berwarna putih. Setelah itu, sampel disimpan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang. Kadar abu ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

2.5.4.3 Kadar Protein (Burhan & Latief, 2023)

Pengujian kadar protein dilakukan dengan metode kjeldahl. Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 1 sendok tanduk selenium dan 10 mL larutan H₂SO₄. Kemudian lakukan proses digestion dengan memanaskan sampel pada hotplate dalam ruang asam atau hingga larutan menjadi bening. Selanjutnya, ditambahkan 100 mL akuades ke dalam masing-masing sampel, lalu ditambahkan indikator

phenolptalein 5 tetes dan NaOH 30% sedikit demi sedikit hingga berubah menjadi warna ungu seulas. Kemudian dilakukan destilasi pada suhu 100°C selama 3 menit. Hasil destilasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 10 mL asam borat (H_3BO_3) 2% dan ditambahkan 5 tetes indikator counwey. Setelah itu, sampel dititrasi menggunakan larutan HCl 0,1 N hingga mengalami perubahan menjadi merah muda, lalu dicatat volume titrasi yang diperoleh. Kadar protein ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Protein} = \frac{(V1-V2) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times f_k}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

V1 = Volume titrasi sampel (mL)

V2 = Volume titrasi blanko (mL)

W = Bobot sampel (g)

2.5.4.4 Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Pengujian kadar lemak dilakukan dengan memasukkan kertas saring kosong ke dalam oven pada suhu 105°C selama 60 menit. Kemudian sampel ditimbang 2 g dalam kertas saring lalu dilipat dan dijepit dengan penjepit kertas. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Sampel disimpan dalam tabung soxhlet yang telah dihubungkan dengan kondensor dan labu lemak dibagian bawah. Selanjutnya tambahkan kloroform dalam labu lemak sebanyak 500ml, lalu ekstraksi dilakukan selama 5 jam. Setelah itu, labu lemak dinginkan lalu sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 60 menit. Kemudian simpan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang. Kadar lemak ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{b - a}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat labu lemak kosong

b = berat akhir (labu lemak + sampel)

c = berat sampel

2.5.4.5 Kadar Karbohidrat (Lalujan *et al.*, 2017)

Pengujian kadar karbohidrat menggunakan metode by difference. Kadar karbohidrat sampel dihitung dengan 100% dikurangi kadar protein, kadar air, kadar abu dan kadar lemak. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Karbohidrat (\%)} = 100\% - a$$

Keterangan:

a = kadar air + kadar abu + kadar protein + kadar lemak

2.5.4.6 Kadar Serat Kasar (Ramadhani *et al.*, 2019; Radiani *et al.*, 2020)

Pengujian kadar serat kasar dilakukan terlebih dahulu dengan sampel ditimbang sebanyak 2 g ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan H_2SO_4 0,255N sebanyak 50 mL, lalu dididihkan selama 30 menit dengan

pendingin balik. Kemudian, ditambahkan NaOH 0,313 N 50 mL, lalu dididihkan kembali selama 30 menit dengan pendingin balik. Tahap berikutnya, sampel disaring dengan corong buchner yang berisi kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya, lalu residu dicuci menggunakan akuades mendidih melalui kertas saring hingga air cucian jernih. Kemudian endapan dicuci dengan etanol 96% pa masing-masing 15 mL. Lalu, endapan beserta kertas saring dikeringkan pada suhu 105°C selama 60 menit. Setelah itu, dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Kadar serat kasar dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{c - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat sampel

b = Berat kertas saring

c = Berat akhir (kertas saring + endapan)

2.5.4.7 Total Kalori (Cahya et al., 2025)

Pengujian total kalori (energi total) dilakukan menggunakan metode by difference. Kadar kalori sampel dihitung dengan mengalikan kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat. Nilai kalori (Kkal/100 g) diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Kalori} = (4 \times a) + (9 \times b) + (4 \times c)$$

Keterangan:

a = kadar protein

b = kadar lemak

c = kadar karbohidrat

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian tahap I dianalisis menggunakan *Two-Way Analysis of Variance* (ANOVA) melalui *General Linear Model* (GLM) - *Univariate* untuk mengetahui pengaruh dari setiap variabel serta interaksi antar variabel. Analisis kemudian dilanjutkan dengan metode *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA), dan apabila diperoleh adanya perbedaan nyata maka akan dilakukan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan signifikansi ($p \leq 0,05$). Analisis dilakukan menggunakan software SPSS. Data yang diperoleh pada penelitian tahap II dianalisis menggunakan metode *independent sample t-test* dengan signifikansi ($p \leq 0,05$) menggunakan software SPSS.