

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)

Tepung mocaf merupakan salah satu jenis tepung bebas gluten yang dihasilkan dari fermentasi singkong (*Manihot esculenta* Crantz) menggunakan bantuan bakteri asam laktat (BAL). Proses ini dilakukan untuk mengubah struktur sel singkong, sehingga menghasilkan produk tepung yang lebih halus tidak berbau khas singkong dan secara tekstur menyerupai tepung terigu. Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat menghasilkan enzim-enzim penting seperti pektinolitik dan selulolitik yang berfungsi menghancurkan dinding sel singkong. Hasilnya, granul pati lebih mudah keluar, sehingga meningkatkan tekstur dan pencernaan tepung.

Dari segi gizi, tepung mocaf memiliki kandungan kalsium lebih tinggi dibandingkan dengan tepung gandum dan beras, serta lebih mudah dicerna oleh sistem pencernaan manusia. Kandungan serat pangan yang tinggi serta struktur pati kompleks menjadikan mocaf memiliki indeks glikemik lebih rendah dibandingkan terigu. Artinya, konsumsi mie atau makanan berbasis mocaf tidak menyebabkan lonjakan glukosa darah secara drastis. Kandungan amilosa yang cukup tinggi juga berkontribusi terhadap pembentukan resistant starch, yang bermanfaat dalam pengaturan metabolisme glukosa.



Gambar 2.1 Tepung mocaf (Dokumentasi pribadi)

2.2 Kandungan Metabolit dalam Tepung Mocaf

Tepung mocaf tidak hanya unggul dari segi tekstur dan karakteristik fisik, tetapi juga kaya akan kandungan metabolit hasil fermentasi yang memberikan nilai fungsional bagi kesehatan. Selama proses fermentasi oleh bakteri asam laktat, terbentuk sejumlah metabolit seperti asam laktat, asam asetat dan enzim-enzim seperti amilase, pektinase, serta selulase, yang berperan dalam meningkatkan pencernaan pati serta menurunkan kadar senyawa antinutrisi. Selain itu, fermentasi juga menghasilkan senyawa bioaktif seperti peptida pendek dan asam amino bebas yang berpotensi memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi ringan.

Salah satu keunggulan penting dari tepung mocaf adalah meningkatnya kadar pati resisten (*resistant starch*), yaitu jenis karbohidrat yang tidak cepat dicerna di usus halus dan berperan sebagai prebiotik di usus besar. Pati ini membantu menurunkan respon glikemik makanan dan mendukung kestabilan kadar gula darah, menjadikan mocaf sangat cocok untuk pengembangan pangan fungsional rendah glikemik, khususnya bagi penderita diabetes. Dengan komposisi metabolit yang kompleks dan fungsional, mocaf memiliki potensi besar tidak hanya sebagai pengganti tepung terigu, tetapi juga sebagai bahan pangan strategis untuk mendukung kesehatan masyarakat.

2.3 Uji Protein

Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang sangat penting bagi tubuh, karena berperan dalam membentuk dan memperbaiki jaringan, serta mendukung berbagai aktivitas metabolik. Dalam produk pangan seperti mie, kandungan protein tidak hanya menentukan nilai gizi, tetapi juga memengaruhi sifat fisik seperti kekenyalan dan elastisitas adonan. Mie berbasis tepung terigu, misalnya, cenderung memiliki tekstur kenyal karena kandungan gluten yang tinggi.

Untuk mengetahui kadar protein dalam suatu bahan pangan, dilakukan pengujian di laboratorium menggunakan beberapa metode analisis. Salah satu metode yang paling banyak digunakan adalah metode Kjeldahl, karena dianggap sebagai metode standar untuk penentuan kadar protein kasar. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa nitrogen merupakan komponen utama dalam protein. Sampel pangan terlebih dahulu dihancurkan dan didegradasi menggunakan asam sulfat pekat, sehingga seluruh nitrogen yang ada dalam bahan diubah menjadi amonia (NH_3). Amonia ini kemudian disuling dan ditangkap dalam larutan asam, lalu dititrasi untuk menentukan jumlah nitrogen total. Selanjutnya, nilai nitrogen tersebut dikalikan

dengan faktor konversi 6,25 (berdasarkan asumsi bahwa protein mengandung sekitar 16% nitrogen) untuk mendapatkan nilai kadar protein kasar dalam sampel.

Metode Kjeldahl untuk analisis protein melibatkan tahap Destruksi di mana nitrogen organik diubah menjadi ion amonium menggunakan H_2SO_4 dan katalis $\text{CuSO}_4\text{-K}_2\text{SO}_4$ (protein $\text{-N} + \text{HSO} + (\text{NH})\text{SO} + \text{CO} + \text{HO}$), dilanjutkan dengan Destilasi yang mengubah amonium menjadi gas amonia dengan NaOH dan menangkapnya dalam H_3BO_3 ($(\text{NH})\text{SO} + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NH} + 2\text{aSO} + 2\text{HO}$) ; $(\text{NH} + \text{HBONH} + \text{HBO})$ dan diakhiri dengan titrasi terhadap amonia menggunakan asam standar ($\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$) ($\text{NH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NHCl} + \text{HO}$) untuk menentukan kadar nitrogen, yang dikalikan dengan faktor konversi (Fk) menjadi persen protein (Nielsen, 2017; Patton, 2018).

Dalam konteks penelitian mie berbahan tepung mocaf, pengujian kadar protein menjadi penting untuk mengetahui kontribusi gizi dari produk tersebut, sekaligus membandingkannya dengan mie berbasis tepung terigu. Karena mocaf berasal dari singkong, kandungan protein alaminya memang lebih rendah dibandingkan terigu. Namun, kandungan ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan lain yang kaya protein, seperti telur, tepung kedelai, atau tepung kacang-kacangan. Pengujian protein menggunakan metode seperti Kjeldahl sangat berguna untuk mengevaluasi keberhasilan formulasi tersebut, sekaligus memastikan bahwa produk akhir memiliki nilai gizi yang layak dikonsumsi, terutama jika ditujukan sebagai alternatif sehat bagi penderita diabetes.

2.4 Uji Karbohidrat

Karbohidrat merupakan komponen utama dalam bahan pangan yang berfungsi sebagai sumber energi bagi tubuh. Dalam produk olahan seperti mie, karbohidrat menjadi kontributor utama terhadap nilai kalori serta berpengaruh terhadap tekstur dan cita rasa. Sebagian besar karbohidrat dalam bahan seperti tepung terigu dan tepung mocaf terdiri gula sederhana, serta serat pangan.

Untuk mengetahui kandungan karbohidrat dalam suatu bahan atau produk pangan, terdapat dua pendekatan utama, yaitu pengujian langsung terhadap komponen gula dan penghitungan karbohidrat secara tidak langsung melalui metode perhitungan proksimat (*by difference*). Salah satu metode klasik yang masih banyak digunakan untuk mengukur kadar gula pereduksi dan gula total dalam pangan adalah metode *Luff-Schoorl*. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip reduksi ion tembaga (Cu^{2+}) oleh gula pereduksi dalam suasana basa, yang kemudian direaksikan dengan iometri untuk menentukan kadar gula dalam sampel. Reaksi

yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut: $R-CHO + 2Cu^{2+} + 5OH^- \rightarrow R-COO^- + Cu_2O \downarrow + 3H_2O$, di mana endapan Cu_2O berwarna merah bata menjadi indikator terjadinya reaksi reduksi. *Lestari dan Prabowo (2020)* menjelaskan bahwa metode Luff-Schoorl cukup sensitif untuk mengukur kandungan gula sederhana dalam produk berbasis pati, termasuk Mie. Mereka juga menekankan bahwa tahap klarifikasi menggunakan larutan timbal asetat (*Pb-asetat*) diperlukan untuk menghilangkan gangguan dari senyawa lain yang dapat mengganggu proses titrasi.

Dalam penelitian pengembangan mie berbasis tepung mocaf, uji karbohidrat penting dilakukan untuk membandingkan kadar gula pereduksi, gula non-pereduksi, dan karbohidrat total antara mie mocaf dan mie terigu. Kandungan karbohidrat, terutama jenis dan bentuknya, berpengaruh langsung terhadap nilai indeks glikemik suatu produk. Semakin tinggi kadar gula sederhana dan karbohidrat cepat cerna, semakin besar potensi lonjakan glukosa darah yang ditimbulkan setelah konsumsi. Oleh karena itu, uji karbohidrat menjadi langkah penting dalam menilai kualitas nutrisi dan fungsionalitas produk mie rendah glikemik, terutama untuk target konsumen seperti penderita diabetes.

2.5 Uji Lemak

Lemak merupakan salah satu komponen utama dalam pangan yang berperan sebagai sumber energi padat, pelarut vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), serta berkontribusi terhadap tekstur, rasa, dan daya simpan produk makanan. Dalam konteks produk mie, kandungan lemak dapat berasal dari bahan tambahan seperti telur, minyak, atau bahan lain yang digunakan selama proses pengolahan. Selain itu, lemak juga dapat memengaruhi nilai kalori dan karakteristik organoleptik produk akhir. Penentuan kadar lemak dalam bahan pangan umumnya dilakukan dengan metode ekstraksi, baik secara konvensional maupun modern.

Salah satu metode paling banyak digunakan adalah metode *Soxhlet*, yang bekerja dengan mengekstrak lemak dari sampel menggunakan pelarut organik (biasanya eter atau heksana). Prosedur ini melibatkan proses pemanasan dan kondensasi berulang hingga seluruh lemak dalam sampel larut dalam pelarut, kemudian diuapkan dan ditimbang untuk menentukan kadar lemak total *Putri dan Wardhana (2020)*, metode *Soxhlet* memiliki kelebihan dalam hal ketepatan dan kemampuan mengekstrak berbagai jenis lemak, termasuk lemak non-polar dan fosfolipid. Namun, kelemahan metode ini adalah waktu ekstraksi yang relatif lama dan penggunaan pelarut dalam jumlah besar, sehingga perlu perhatian pada aspek keselamatan laboratorium (*MDPI,2023; Mjas,2023*).

Namun, untuk bahan kering seperti tepung atau produk olahan seperti mie, metode *Soxhlet* masih menjadi pilihan utama dalam banyak penelitian. Dalam pengembangan produk mie berbahan dasar mocaf, uji kandungan lemak penting untuk mengetahui seberapa besar kontribusi lemak terhadap nilai energi dan kestabilan produk. Karena mocaf berasal dari singkong yang rendah lemak, kandungan lemak dalam mie mocaf murni cenderung rendah. Akan tetapi, formulasi tambahan seperti telur atau minyak nabati dapat meningkatkan kadar lemak. Oleh karena itu, analisis lemak menjadi penting sebagai bagian dari evaluasi komposisi nutrisi dan kelayakan gizi produk mie rendah glikemik.

2.6 Sediaan Mie

Mie merupakan salah satu produk pangan olahan berbasis tepung yang memiliki bentuk dan jenis sediaan sangat beragam. Secara umum, sediaan mie dapat dibedakan berdasarkan bentuk fisik, cara penyajian, metode pengolahan, maupun jenis bahan baku yang digunakan. Dalam industri pangan, mie diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk, antara lain mie kering, mie basah, mie instan, serta mie beku (*frozen noodles*). Setiap jenis memiliki karakteristik pengolahan dan penyimpanan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan konsumen dan rantai distribusi.

Mie telah menjadi makanan pokok alternatif yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Produk ini banyak dijumpai di pasaran dalam berbagai jenis, terutama yang berbasis tepung terigu. Mie terigu umumnya memiliki kandungan energi yang cukup tinggi, namun kandungan gizi lainnya seperti protein, serat, dan mineral seperti kalsium masih tergolong rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi mie dengan komposisi gizi yang lebih seimbang, baik sebagai alternatif sehat maupun untuk meningkatkan nilai tambah mie sebagai produk olahan. Di balik kepraktisan dan rasa yang lezat mie instan khususnya kerap mengandung zat tambahan seperti pengawet dan penyedap rasa dalam kadar tinggi yang bila dikonsumsi secara berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan. Berdasarkan Tabel Komposisi 2.1 Pangan Indonesia (2017). Kandungan gizi lengkap Mie Basah per 100 g dari bahan disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Komposisi Gizi Mie per 100 g bahan

| Komposisi | Jumlah |
|------------------|---------------|
| Energy (kal) | 88 |
| Protein (g) | 0,6 |
| Lemak (g) | 33 |
| Karbohidrat (g) | 14,0 |
| Kalsium (mg) | 14 |
| Besi | 6,8 |
| Vitamin A | 0 |
| Vitamin B1 | 0,00 |
| Vitamin C (mg) | 0 |
| Air (mg) | 80,0 |

Sumber: Tabel komposisi pangan Indonesia (2017)