

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

Tepung MOCAF (*Modifid Cassava Flour*) yaitu produk olahan singkong yang dimodifikasi, dimana keunggulan tepung MOCAF yaitu bahan baku yang tersedia cukup banyak dan harga singkong relatif murah, dibandingkan harga gandum sebagai bahan baku tepung terigu. Kelebihan dari tepung MOCAF pada efek fisiologis mampu mencegah kanker kolon, mempunyai efek hipoglikemis, namun tepung MOCAF juga memiliki kekurangan yaitu kandungan protein yang sedikit dan tidak memiliki kandungan gluten seperti pada tepung terigu (Ihromi *et al.*, 2018). Pembuatan tepung MOCAF menggunakan prinsip modifikasi sel singkong secara fermentasi, setelah menjadi tepung MOCAF bisa digunakan sebagai pengganti tepung terigu atau campuran tepung terigu untuk pembuatan kue kering, mie basah atau kering, brownies, dan lainnya.



Gambar 2.1 Tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

(sumber : Internet)

Pemanfaatan tepung *MOCAF* dalam produk pangan telah banyak digunakan baik sebagai bahan utama maupun sebagai bahan substitusi tepung terigu. Penggunaan *MOCAF* pada produk roti dan mie dapat dilakukan hingga sekitar 20-40 %, sedangkan pada produk *cookies* dapat mencapai 100% tanpa menurunkan tingkat penerimaan konsumen secara signifikan. Selain dapat digunakan dalam produk *bakery*, *MOCAF* juga dimanfaatkan dalam pembuatan makanan tradisional dan makanan ringan karena mampu menghasilkan tekstur yang baik serta cita rasa yang dapat diterima konsumen (Asmoro, 2021).

Tabel 2.1 Komposisi Tepung *MOCAF* (*Modified Cassava Flour*)

Komponen	Kadar (%)
Air	11,96
Protein	0,94
Lemak	4,65
Abu	0,32
Pati	79,93
Serat Kasar (Selulosa)	1,80

Sumber : Wulandari & Mustofa (2017)

Proses fermentasi tepung *MOCAF* menyebabkan perubahan karakteristik fisik dan kimia tepung sehingga memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan tepung singkong biasa (Wulandari & Mustofa, 2017). Tepung *MOCAF* memiliki kadar air 11,96%, kadar protein 0,94%, kadar lemak 4,94%, kadar abu 0,32%, kadar pati 79,93%, selulosa 1,80%. Kandungan pati pada tepung *MOCAF* menunjukkan kandungan yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat utama dalam berbagai produk pangan, sedangkan kadar protein yang relatif rendah menyebabkan tepung *MOCAF* sering dikombinasikan dengan bahan pangan berprotein tinggi untuk meningkatkan nilai gizinya.

2.2 Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan tepung yang berasal dari biji gandum yang dihaluskan. Tepung yang berasal dari biji gandum ini terbilang istimewa karena mengandung gluten. Gluten adalah protein yang secara alami terkandung di semua jenis sereal atau biji-bijian yang tidak dapat larut dalam air dan bersifat elastis (lentur) sehingga mampu membentuk kerangka yang kokoh dan makanan yang kenyal pada saat dimakan. Bahan dasar tepung terigu masih diimpor dari luar negeri sehingga perlu alternatif lain menggunakan tepung jenis lain, salah satunya tepung *MOCAF* untuk pembuatan roti (Ihromi, *et al.*, 2018).



Gambar 2.2 Tepung Terigu (*Triticum Aestivum*)

(Sumber: Internet)

Tepung terigu adalah salah satu bahan pangan yang memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat dan industri. Manfaat tepung terigu sebagai sumber energi karena mengandung karbohidrat dalam jumlah yang cukup tinggi, terutama dalam bentuk pati. Sumber energi utama yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan berbagai aktivitas sehari-hari (Kusnandar *et al.*, 2022). Tepung terigu memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan pangan di Indonesia. Sifatnya yang fleksibel dalam berbagai formulasi produk menjadikan tepung terigu sebagai bahan

baku utama yang banyak digunakan oleh industri skala rumah tangga maupun industri besar (Hastuti, 2019).

Tabel 2.2 Komposisi Tepung Terigu (*Triticum Aestivum*)

Komponen	Kadar (%)
Air	12,0-14,0
Protein	8,0-13,0
Lemak	1,0-2,0
Abu	0,4-0,7
Karbohidrat	70,0-77,0
Serat Kasar (Selulosa)	0,2-0,5

Sumber: (Kusnandar *et al.*, 2022)

Kandungan gizi tepung terigu didominasi oleh karbohidrat dalam bentuk pati, disertai protein, lemak, mineral, dan air. Kandungan protein tepung terigu umumnya berkisar antara 8-13%, tergantung pada jenis gandum dan tingkat ekstraksi tepung. Berdasarkan kadar proteinnya, tepung terigu dibedakan menjadi tepung terigu protein tinggi, tepung terigu protein sedang, dan tepung terigu protein rendah. Tepung terigu protein tinggi umumnya digunakan untuk pembuatan roti, sedangkan tepung terigu protein sedang dan rendah lebih sesuai digunakan pada produk kue dan biskuit yang tidak memerlukan pembentukan gluten yang kuat (Kusnandar *et al.*, 2022).

2.3 Suhu Pemanggangan

Pemanggangan merupakan tahap akhir proses pembuatan roti yang bertujuan untuk mematangkan adonan sehingga diperoleh produk dengan karakteristik fisik, kimia, dan sensori yang diinginkan. Selama proses pemanggangan terjadi perpindahan panas dari oven ke adonan melalui mekanisme konduksi, konveksi, dan radiasi. Panas yang diterima adonan menyebabkan berbagai perubahan, seperti pengembangan volume, gelatinisasi pati, denaturasi protein, pembentukan kerak, penguapan air, serta pembentukan warna dan aroma khas roti. Suhu pemanggangan menjadi salah

satu faktor penting yang menentukan mutu akhir produk roti (Choirun *et al.*, 2025).

Tahap awal pemanggangan, gas karbondioksida yang terbentuk selama fermentasi akan mengembang akibat peningkatan suhu sehingga volume roti bertambah. Suhu adonan meningkat, protein gluten mengalami denaturasi dan pati mengalami gelatinisasi sehingga struktur roti menjadi permanen. Air didalam adonan mulai menguap sehingga kadar air produk menurun. Penurunan kadar air akan memengaruhi tekstur, daya simpan, dan kualitas roti yang dihasilkan. Suhu dan lama pemanggangan harus diatur secara tepat agar diperoleh kadar air yang sesuai tanpa menyebabkan roti menjadi kering (Paramita *et al.*, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa variasi suhu pemanggangan memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik mutu roti. Penelitian optimasi pemanggangan roti menunjukkan bahwa perubahan suhu dapat memengaruhi kadar air, tekstur, dan mutu produk secara keseluruhan. Penelitian lain juga melaporkan bahwa suhu pembakaran yang berbeda menghasilkan perbedaan pada volume, warna, aroma, tekstur, dan tingkat kesukaan panelis terhadap roti.

Berdasarkan SNI 01-3840-1995 standar roti tawar tidak menetapkan suhu pemanggangan secara spesifik, melainkan mengatur persyaratan mutu produk akhir. Menurut Haryani, 2017 suhu pemanggangan roti tawar yang menghasilkan karakteristik sensoris terbaik adalah 200°C, sedangkan rentang suhu yang umum digunakan dalam industri roti berkisar antara 180°C-200°C. Suhu pemanggangan biasanya mengacu pada hasil penelitian dan praktik industri roti.

Tabel 2.3 Suhu Pemanggangan Roti Tawar Menurut SNI

Suhu Pemanggangan	Hasil
180°C	Roti matang tetapi warna kulit relatif lebih pucat
190°C	Warna dan tekstur lebih optimal
200°C	Tingkat kesukaan (warna, rasa, tekstur, aroma) tertinggi
210-220°C	Cenderung menghasilkan warna terlalu gelap dan risiko permukaan lebih keras

Sumber : (Haryani, 2017)

Pengaturan suhu pemanggangan yang tepat sangat penting karena suhu terlalu rendah menghasilkan kerak pucat dan tekstur kurang matang, sedangkan suhu terlalu tinggi menyebabkan permukaan cepat mengeras dan risiko gosong meningkat (Balestra *et al.*, 2019). Proses pemanggangan memiliki peran utama dalam menentukan warna, aroma, tekstur, volume, serta keseluruhan mutu roti.

2.4 Pengaruh Suhu Pemanggangan Terhadap Mutu Fisik Roti Sourdough

Suhu pemanggangan memiliki pengaruh signifikan terhadap volume, porositas, dan warna kerak roti. Penelitian oleh Rahmawati (2019) di UGM melaporkan bahwa peningkatan suhu dari 160°C ke 200°C meningkatkan volume spesifik roti hingga 15% akibat peningkatan laju ekspansi gas (*oven spring*) pada fase awal pemanggangan. Pada suhu terlalu tinggi (<200°C), volume cenderung menurun akibat pengerasan dinding sel gas yang terlalu cepat. Menurut Wulandari (2021) dalam penelitian di Universitas Muhammadiyah Malang menemukan bahwa suhu tinggi <200°C mempercepat pembentukan kerak dan menurunkan kadar air, menyebabkan tekstur roti lebih keras dibanding suhu sedang >200°C.

Suhu pemanggangan sangat berpengaruh terhadap pembentukan warna dan ketebalan. Pada suhu 140–165 °C terjadi reaksi *Maillard* yang berperan besar dalam pembentukan warna coklat dan aroma khas roti. Karamelisasi gula yang berlangsung pada suhu >160 °C menghasilkan warna lebih gelap dan karakter rasa karamel. Suhu pemanggangan yang terlalu tinggi dapat menghasilkan kerak yang terlalu tebal dan keras, sedangkan suhu terlalu rendah menghasilkan warna pucat dan kerak kurang kering (Wang & Lim, 2017). Kondisi permukaan roti selama pemanggangan juga memengaruhi karakter fisiknya, penggunaan uap (*steam baking*) pada awal pemanggangan dapat menunda pembentukan kerak, meningkatkan kelembapan permukaan, dan menghasilkan kerak yang lebih tipis serta warna lebih merata (Balestra *et al.*, 2019).

2.5 Pengaruh Suhu Pemanggangan Terhadap Karakteristik Kimia dan Tekstur

Pemanasan selama pemanggangan menyebabkan perubahan kandungan air dan komponen kimia roti. Suhu yang lebih tinggi mempercepat penguapan air dan reaksi kimia yang menghasilkan warna cokelat, aroma panggang, serta tekstur padat. Menurut Putri (2022) dari Jurnal *Agritech*, semakin tinggi suhu pemanggangan maka kadar air juga akan berkurang. Kekerasan roti meningkat seiring peningkatan suhu dan lama waktu pemanggangan. Temuan serupa dilaporkan oleh Fitriani (2018) di Politeknik Negeri Jember bahwa suhu 200°C menghasilkan tekstur *crumb* yang lebih padat dan kerak lebih gelap dibandingkan suhu 160°C, namun mendapat nilai sensoris tertinggi karena aroma dan rasa lebih kuat.

Pengaruh suhu pemanggangan terhadap tekstur roti juga signifikan karena berkaitan dengan distribusi kelembapan, pembentukan kerak, dan tingkat kekerasan *crumb*. Suhu pemanggangan tinggi mempercepat penguapan air pada bagian permukaan, sehingga kerak terbentuk lebih cepat, lebih tebal, dan lebih keras (Balestra *et al.*, 2019).

Keremahan dapat kehilangan kelembapan lebih cepat sehingga tekstur menjadi lebih padat dan mudah mengalami pengerasan (*staling*). Pemanggangan pada suhu terlalu rendah menghasilkan kerak pucat, *crumb* lembut berlebih, dan struktur internal yang kurang matang merata karena reaksi kimia yang belum berlangsung optimal. Tekstur akhir roti sangat dipengaruhi oleh hubungan antara kadar air, tingkat gelatinisasi pati, serta stabilitas matriks gluten–pati selama proses pemanggangan, yang semuanya sangat sensitif terhadap variasi suhu (Pasqualone *et al.*, 2019).

Suhu pemanggangan memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik kimia dan tekstur roti. Suhu yang tepat mampu mengoptimalkan pembentukan aroma, warna, dan struktur internal, sedangkan suhu yang tidak sesuai dapat berdampak negatif pada kualitas sensori dan stabilitas produk.

2.6 Pengaruh Suhu Pemanggangan Terhadap Warna dan Sifat Sensoris

Reaksi *maillard* yang terjadi antara asam amino dan gula reduksi selama pemanggangan menghasilkan senyawa melanoidin yang memberikan warna coklat serta aroma panggang khas. Penelitian Handayani (2020) dalam Jurnal Pangan dan Agroindustri menunjukkan bahwa suhu pemanggangan tinggi (190–200°C) memberikan skor warna dan aroma lebih tinggi dibanding suhu rendah (150–170°C). Kerak yang terlalu gelap dapat menurunkan penerimaan panelis terhadap tampilan produk. Pada roti *sourdough*, pembentukan senyawa volatil seperti ester, aldehida, dan asam organik turut berkontribusi terhadap aroma kompleks, dan profilnya sangat dipengaruhi oleh suhu pemanggangan (Putri, 2022).

Suhu pemanggangan juga memengaruhi keseimbangan aroma dan rasa yang berasal dari bahan dasar roti maupun hasil fermentasi. Roti *sourdough*, misalnya, volatil asam organik seperti asam asetat dan laktat sebagian dapat menguap pada suhu pemanggangan tinggi, yang berpotensi mengurangi

intensitas rasa asam khas *sourdough*. Suhu tinggi juga membantu menghasilkan rasa kompleks dari reaksi *maillard* yang dapat meningkatkan keseluruhan profil cita rasa roti (Gobbetti *et al.*, 2019). Secara umum, kombinasi suhu pemanggangan yang optimal diperlukan untuk menghasilkan warna kerak yang diinginkan, aroma panggang yang seimbang, rasa yang tidak pahit, serta tekstur permukaan yang menyenangkan sehingga meningkatkan skor penerimaan sensori konsumen. Suhu pemanggangan memiliki pengaruh besar terhadap sifat fisik terutama warna, serta komponen sensori seperti aroma, rasa, dan tekstur. Suhu ideal memberikan keseimbangan antara warna coklat yang menarik, aroma yang kaya, dan tekstur kerak yang optimal, sehingga menghasilkan kualitas roti yang unggul secara keseluruhan.

2.7 Roti *Sourdough*

Roti *sourdough* merupakan salah satu jenis roti yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan kultur starter yang terdiri atas khamir dan bakteri asam laktat. Selama proses fermentasi, mikroorganisme bekerja secara sinergis dalam menguraikan karbohidrat menjadi karbondioksida, etanol, dan asam organik yang berperan penting dalam pembentukan karakteristik roti (Azni *et al.*, 2023).

Keadaan bakteri asam laktat dalam starter *sourdough* menghasilkan asam laktat dan asam asetat yang dapat menurunkan pH adonan. Penurunan pH tersebut berpengaruh terhadap aktivitas enzim, pembentukan jaringan gluten, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Kondisi ini menyebabkan roti *sourdough* memiliki daya simpan yang lebih baik dibandingkan roti yang difermentasi menggunakan ragi komersial saja (Nurriszka *et al.*, 2023). Selain meningkatkan umur simpan, fermentasi *sourdough* juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas gizi produk. Aktivitas mikroorganisme selama fermentasi mampu memecah senyawa

kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna oleh tubuh. Fermentasi juga diketahui dapat menurunkan kadar asam fitat yang berpotensi menghambat penyerapan mineral, sehingga nilai biologis roti menjadi lebih baik (Kumalasari *et al.*, 2023).

Karakteristik roti *sourdough* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya komposisi tepung, jenis starter, lama fermentasi, suhu fermentasi, dan proses pemanggangan. Perbedaan pada setiap tahapan tersebut akan menghasilkan mutu produk yang berbeda, baik dari segi volume pengembangan, warna kerak, tekstur remah, aroma, maupun citarasa. Pengendalian proses produksi menjadi aspek penting dalam menghasilkan roti *sourdough* dengan kualitas konsisten (Azni *et al.*, 2023).



Gambar 2.3 Roti Sourdough
(Sumber:kompas.com)

Menurut Landis (2021), *sourdough* merupakan adonan roti yang difermentasi menggunakan ragi alami yang terdiri atas bahan-bahan mengandung asam, air, serta mikroorganisme aktif seperti bakteri asam laktat, dan komponen lainnya. Umumnya, pembuatan *sourdough* hanya memanfaatkan starter yang dibuat dari campuran tepung dan air. Berbeda dari roti yang menggunakan ragi instan atau komersial, *sourdough* memiliki cita rasa asam yang khas serta tekstur yang berbeda. Jenis roti ini telah dikenal sejak zaman dahulu dan kini semakin digemari karena kandungan serta manfaat kesehatannya (Putra, 2018).

Berdasarkan SNI 8371-2018 menetapkan persyaratan mutu roti tawar yang meliputi sifat sensori, parameter, dan cemaran mikrobiologi. Penelitian roti *sourdough*, parameter yang paling sering dibandingkan dengan SNI adalah kadar air, dengan batas maksimum 40%. Produk harus memiliki bau, rasa, warna, dan tekstur yang normal serta memenuhi persyaratan keamanan pangan.

Tabel 2.4 Persyaratan Mutu Roti Tawar Berdasarkan SNI 8371-2018

Parameter	Satuan	Persyaratan
Warna	-	Normal
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Tekstur	-	Normal
Kadar air	%	Maksimum 40
Abu tidak larut dalam asam	%	Maksimum 0,1
Jumlah gula	%	Maksimum 5,0
Timbal (Pb)	Mg/kg	Maksimum 0,5
kadmium (Cd)	Mg/kg	Maksimum 0,2
Timah (Sn)	Mg/kg	Maksimum 40
Merkuri (Hg)	Mg/kg	Maksimum 0,05
Arsen (As)	Mg/kg	Maksimum 0,5
Angka lempeng total	Koloni/g	n=5, c=2, m=10
<i>Enterobacteriaceae</i>	Koloni/g	n=5, c=2, m=10
Salmonella	Per 25 g	Negatif

Sumber: Standar Nasional Indonesia 8371-2018

Roti yang dibuat menggunakan starter *sourdough* memiliki berbagai keunggulan, seperti peningkatan cita rasa, aroma, dan tekstur, serta kandungan gizi yang lebih baik dan daya simpan yang lebih panjang secara alami (Fitriana, 2018).

Keunggulan ini disebabkan oleh adanya bakteri asam laktat dalam *sourdough* yang mampu menghidrolisis protein. Proses metabolisme lipid selama fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, antikapang, serta menghasilkan senyawa pembentuk rasa, sehingga umur simpan roti dapat menjadi dua kali lebih lama. Fermentasi pada starter *sourdough* melibatkan mikroorganisme, termasuk bakteri asam laktat, yang menghasilkan gas karbondioksida untuk membantu adonan mengembang, memberikan aroma khas, dan memperpanjang ketahanan roti (Putra, 2018).

