

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerupuk menjadi salah satu makanan pelengkap yang populer di kalangan masyarakat dan di negara-negara Asia, untuk proses pembuatan produk kerupuk melibatkan serangkaian tahapan yang terhubung sehingga mengubah volume bahan dan menghasilkan produk yang berpori setelah memperoleh pemanasan pada suhu yang tinggi (Eli Trisnowati et al., 2023). Asal mula kerupuk kemungkinan berasal dari Cina yang kemudian menyebar ke wilayah Asia lain berkat dari perdagangan dan migrasi penduduk dari Cina. Sebagai produk industri, kerupuk memiliki potensi yang cukup menjanjikan dan distribusinya berkembang tidak hanya dalam negeri tetapi juga ke negara-negara lain seperti Belanda, Singapura, Hongkong, dll. (Koswara, 2009).

Kerupuk merupakan produk berbasis pati yang memanfaatkan proses gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan fenomena perombakan struktur granula pati akibat kombinasi perlakuan panas dan ketersediaan air. Selama proses perebusan atau pengukusan adonan, granula pati menyerap air, membengkak secara irreversible, dan membentuk struktur gel padat (Dwi et al., 2019). Setelah proses pencampuran dengan bumbu dan rempah-rempah, adonan kerupuk selanjutnya direbus atau dikukus hingga matang. Adonan kemudian akan diiris tipis-tipis dan dikeringkan sebelum ke proses penggorengan. Saat proses penggorengan, air yang terikat di dalam gel pati menguap secara tiba-tiba, menghasilkan tekanan uap yang mendorong ekspansi adonan hingga membentuk struktur berongga dengan volume mengembang dan kepadatan rendah (Koswara, 2009). Namun, produk setengah jadi berupa kerupuk mentah yang digunakan dalam penelitian ini masih memiliki kadar air yang relatif tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan produk rentan terhadap kontaminasi mikroba serta penurunan kualitas fisik selama penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan proses pengeringan lanjutan untuk menurunkan kadar air hingga mencapai batas aman, sehingga produk memiliki stabilitas penyimpanan

yang lebih baik serta mampu menghasilkan karakteristik tekstur yang renyah setelah proses penggorengan.

Pada penelitian ini, kerupuk mawar dipilih sebagai objek kajian spesifik karena memiliki karakteristik bentuk dan struktur lebih kompleks dibanding jenis kerupuk konvensional yang berbentuk pipih datar. Kerupuk mawar memiliki bentuk bergelombang menyerupai bunga dengan ketebalan yang tidak seragam pada bagian tepi dan lipatan sehingga pada kerupuk mawar memiliki potensi menyebabkan distribusi panas dan penguapan air yang tidak merata selama proses pengeringan. Selain itu, kerupuk mawar yang berbahan dasar pati dan memiliki kadar air awal tinggi cenderung mempunyai kemampuan mengikat air yang besar akibat sifat hidrofilik pati (Anwar et al., 2019). Ketidakteraturan bentuk geometris kerupuk mawar menyebabkan proses pengeringan konvensional menjadi kurang optimal karena distribusi panas berlangsung secara tidak merata, sehingga penguapan air pada setiap bagian bahan terjadi secara asimetris. Kondisi tersebut menyebabkan proses difusi air selama pengeringan menjadi lebih sulit dibandingkan pada kerupuk dengan bentuk sederhana dan permukaan datar. Oleh karena itu, kerupuk mawar menjadi objek yang menarik untuk dikaji pada pengeringan berbasis microwave, karena pemanasan volumetrik microwave berpotensi mempercepat proses penguapan air serta meningkatkan keseragaman pengeringan pada struktur bahan.

Hambatan pengeringan pada kerupuk mawar dipengaruhi oleh sifat kimiawi komponen penyusunnya. Secara kimiawi, pati mengandung amilosa, amilopektin, serta gugus hidroksil (-OH) yang bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat air dalam bentuk air terikat. Keberadaan air terikat tersebut menyebabkan proses difusi air dari bagian dalam menuju permukaan bahan menjadi lebih sulit selama pengeringan (Syahbanu et al., 2023). Untuk proses pengeringan yang efektif, keberadaan air yang terikat dalam bahan akan menjadi tantangan. Air dalam jaringan harus bergerak ke permukaan untuk menguap. Namun proses ini tidaklah sederhana karena adanya hambatan difusi internal yang memperlambat laju pengeringan. Selain itu jika menggunakan metode konvensional yang hanya mengandalkan panas dari luar. Dari kondisi tersebut sering kali menyebabkan

distribusi panas tidak merata, permukaan bahan akan kering terlebih dahulu dibandingkan bagian dalam bahan. Hal ini dapat menimbulkan masalah seperti pengerasan permukaan atau *case hardening*.

Microwave disarankan untuk mengeringkan makanan dengan cepat dan efektif melalui pemanasan volumetrik dari dalam ke luar, yang menghasilkan laju penguapan air yang lebih cepat dan seragam (Ulfa et al., 2022). Hasil penelitian Joardder & Karim (2025) yang menyatakan bahwa pemanasan volumetrik pada microwave dapat mempercepat proses pengeringan dan mengurangi konsumsi energi jika dibandingkan dengan metode tradisional yang menggunakan matahari. Pengeringan dengan menggunakan microwave mampu mempertahankan kualitas bahan pangan secara fisik maupun kimia dengan lebih baik karena proses pengeringan berlangsung dalam waktu yang lebih singkat.

Keunggulan pengeringan microwave terjadi karena energi gelombang mikro diserap langsung oleh molekul air sehingga menghasilkan pemanasan volumetrik yang merata dari bagian dalam ke luar bahan. Kondisi tersebut menyebabkan proses penguapan berlangsung lebih cepat dibandingkan metode konvensional yang mengandalkan panas dari permukaan bahan (Fadhilatunnur et al., 2022). Namun pada metode ini juga memiliki keterbatasan seperti pada biaya operasional yang relatif tinggi serta tidak semua bahan pangan cocok dikeringkan dengan menggunakan gelombang mikro karena sensitivitas tertentu terhadap pemanasan microwave.

Proses pengeringan ini merupakan tahapan yang paling boros dalam penggunaan energi dalam industri pangan, oleh karena itu diperlukan evaluasi melalui analisis kinetika pengeringan. Kinetika pengeringan merupakan studi yang menjelaskan mekanisme perpindahan panas dan massa yang berlangsung pada saat proses pengeringan bahan pangan berlangsung baik secara mikroskopik ataupun makroskopik. Studi ini penting untuk memahami hubungan antara perubahan kadar air terhadap waktu guna memodelkan laju pengeringan secara akurat (Irfan et al., 2021). Sebagai fenomena yang kompleks, proses ini memerlukan model yang andal untuk memprediksi keberlangsungan (Syah et al., 2021). Secara umum, karakteristik pengeringan ditentukan melalui eksperimen dengan mengeringkan

lapisan tipis dari bahan dan kemudian diplot ke dalam kurva untuk memperoleh model pengeringan. Model ini selanjutnya dapat digunakan untuk mensimulasikan kurva pengeringan di berbagai kondisi pengeringan yang berbeda.

Selain analisis kinetika, evaluasi proses pengeringan juga memerlukan analisis energi dan eksergi. Analisis eksergi bertujuan untuk menentukan kehilangan energi dengan hukum kedua termodinamika, hukum kedua termodinamika ini menganggap bahwa sebuah energi yang bersifat tidak dapat kembali dengan terbentuknya entropi. Eksergi merupakan kerja maksimum yang diperoleh sebagai interaksi terhadap perpindahan panas yang terjadi dengan lingkungan (Suherman & Trisnaningtyas, 2016). Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Ahmad, 2024) yang menyatakan bahwa pada analisis eksergi mampu mengidentifikasi titik kehilangan energi terbesar di sistem pengeringan sehingga dapat digunakan sebagai meningkatkan efisiensi proses. Hal ini krusial karena pengeringan bahan pertanian sering kali menunjukkan kecenderungan terjadinya kerugian eksergi akibat ketidakseimbangan antara kondisi udara pengering dan karakteristik produk (Okunola et al., 2023). Maka dengan analisis eksergi pada penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi titik kehilangan energi terbesar juga menentukan kondisi operasi yang lebih optimal untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pengeringan. Dengan studi tersebut yang telah dikemukakan menegaskan bahwa analisis eksergi merupakan alat evaluasi yang penting dalam memahami performa termodinamika pada proses pengeringan.

Oleh karena itu penerapan analisis eksergi pada penelitian dalam konteks proses pengeringan menjadi relevan guna menghasilkan sistem yang lebih efisien dan juga mampu dalam meminimalkan kerugian energi selama proses berlangsung. hingga saat ini, kajian yang mengintegrasikan pemodelan kinetika pengeringan dengan analisis energi dan eksergi komprehensif pada bahan pangan dengan geometri rumit berpori seperti kerupuk mawar menggunakan microwave masih sangat terbatas. Melalui integrasi kedua analisis ini, fenomena transport massa air keluar dari matriks pati bergelombang dapat dipahami secara makroskopis, sementara efisiensi penggunaan energinya dapat dioptimalkan demi menekan biaya operasional listrik sistem microwave. Informasi yang diperoleh dari riset ini akan

memberikan landasan ilmiah yang kuat dalam pengembangan strategi pengeringan berkelanjutan bagi industri pangan lokal.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kinetika pengeringan kerupuk mawar pada variasi daya microwave juga evaluasi efisiensi energi dan eksergi dalam prosesnya. Dari permasalahan tersebut diharapkan diperoleh kondisi pengeringan yang lebih cepat, efisien, dan mampu dalam meminimalkan kehilangan energi yang berguna untuk mendukung perkembangan teknologi pengeringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik kinetika pengeringan kerupuk basah menggunakan metode pengeringan dengan microwave pada variasi tingkat daya pengeringan low, medium low, medium high.
2. Bagaimana pengaruh terhadap variasi daya pengeringan microwave pada perubahan kadar air, moisture ratio (MR), serta laju pengeringan kerupuk basah.
3. Model kinetika pengeringan lapisan mana yang paling sesuai dalam merepresentasikan proses pengeringan kerupuk basah dengan menggunakan microwave berdasarkan nilai pada R^2 , SSE, RMSE, AIC dan BIC.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya difokuskan menggunakan metode pengeringan microwave dengan variasi tingkat daya low, medium low, medium high.
2. Penelitian ini dilakukan dengan memfokuskan pada karakteristik kinetika pengeringan yang meliputi kadar air, moisture ratio (MR), dan nilai effective moisture diffusivity (Deff).
3. Analisis eksergi dalam penelitian ini hanya difokuskan pada aspek bahan.

1.4 Tujuan

1. Menganalisis karakteristik proses pengeringan kerupuk mawar basah menggunakan metode pengeringan berbasis microwave pada beberapa variasi daya pengeringan.

2. Menganalisis pengaruh variasi daya pengeringan microwave terhadap kadar air, moisture ratio (MR), dan laju pengeringan kerupuk mawar basah selama proses pengeringan.
3. Menentukan model kinetika pengeringan lapisan tunggal yang paling sesuai dalam merepresentasikan proses pengeringan kerupuk mawar basah menggunakan microwave berdasarkan nilai R^2 , SSE, RMSE, AIC dan BIC.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Manfaat Ilmiah

- 1) Memberikan informasi ilmiah mengenai penerapan teknologi microwave sebagai metode pengeringan alternatif yang lebih cepat dan efisien dibandingkan penjemuran matahari.
- 2) Merepresentasikan kontribusi dan pemodelan kinetika pengeringan kerupuk basah mawar menggunakan metode microwave melalui analisis perubahan kadar air, MR, dan laju pengeringan.
- 3) Menjadi rujukan ilmiah dalam penerapan model matematis pengeringan lapisan tunggal serta analisis energi dan eksergi untuk mengevaluasi efisiensi dan kinerja termodinamika proses pengeringan pangan berbasis pati.

b Manfaat Praktis

- 1) Memberikan informasi mengenai kondisi pengeringan microwave yang optimal untuk menghasilkan kerupuk kering dengan proses yang lebih cepat dan efisien.
- 2) Menjadi acuan bagi UMKM/P-IRT kerupuk dalam memiliki metode pengeringan alternatif, tidak bergantung pada cuaca dan memiliki efisiensi energi yang lebih baik dibanding penjemuran matahari.
- 3) Mendukung peningkatan mutu produk dan efisiensi biaya operasional pada proses produksi kerupuk melalui penerapan metode pengeringan microwave dengan kondisi operasi yang lebih terkontrol.