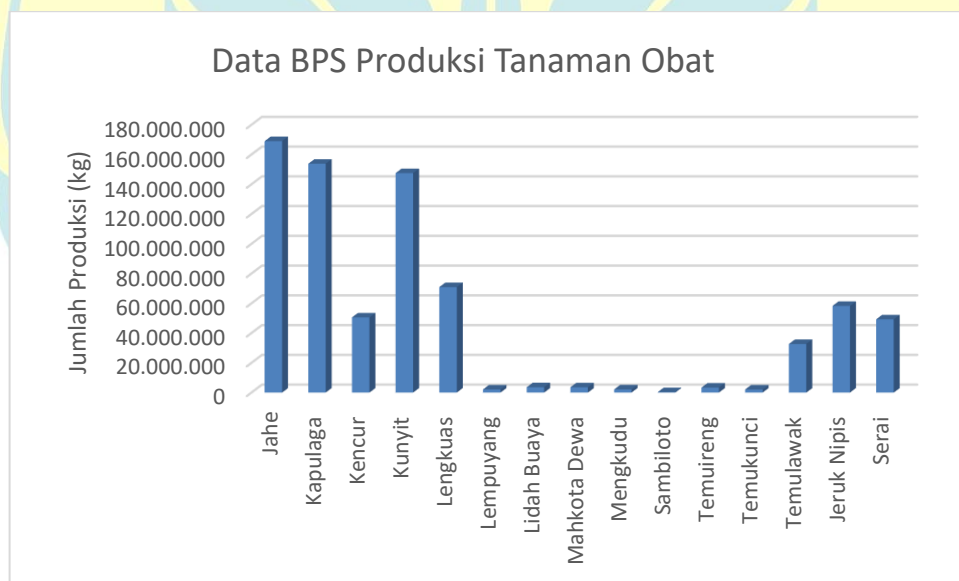


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kunyit (*Curcuma longa L.*) adalah tanaman rempah dan tanaman obat yang produksinya sedang mengalami tren peningkatan di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia telah memproduksi sebanyak 147.505.182 kg kunyit di tahun 2025 (BPS, 2026). Tanaman yang berfungsi sebagai rempah sekaligus tanaman obat ini memiliki manfaat yang luas, mulai dari komoditas bumbu dapur, bahan dasar jamu atau obat tradisional, dan juga sebagai pewarna alami. Akan tetapi, daya simpan kunyit segar relatif rendah. Kandungan air signifikan didalamnya mencapai 75-85% (wb) menyebabkan kunyit mudah mengalami kerusakan (Jeevarathinam & Pandiarajan, 2016). Maka dari itu perlu adanya upaya penanganan pascapanen untuk menambah umur simpan kunyit. Menurut (Zakaria, 2017) pengeringan adalah salah satu cara efektif untuk menjaga kualitas kunyit agar tahan lama. Langkah ini tidak hanya berfungsi sebagai pengawet, tetapi juga sangat membantu dalam efisiensi proses produksi selanjutnya.



Gambar 1. 1. Data BPS Produksi Tanaman Obat 2025 (BPS, 2026)

Pengeringan berguna untuk menurunkan kadar air hingga titik tertentu, sehingga kunyit menjadi lebih stabil secara biologis dan secara kimiawi tidak mudah mengalami kerusakan. Kinerja pengeringan ditentukan oleh sejumlah parameter krusial seperti suhu, kecepatan aliran udara, kadar air, dan ketebalan

tumpukan bahan (Gunawan et al., 2024). Pengendalian parameter pengeringan yang tepat tidak hanya mempercepat proses, tetapi juga berfungsi untuk melindungi kandungan aktif yang ada pada kunyit dari kerusakan termal. Pada saat ini mulai dikembangkan. Sejalan dengan kebutuhan tersebut, saat ini mulai dikembangkan berbagai inovasi pada sistem pengeringan konvektif menggunakan udara panas yang merupakan salah satu metode paling umum di sektor industry (Ageng Sufi Fidelli, 2025). Salah satu implementasi teknologi modern yang mulai luas digunakan adalah *cabinet dryer*, yang dirancang khusus untuk mengoptimalkan parameter-parameter tersebut guna meningkatkan efisiensi dan kualitas akhir pengeringan kunyit. Alat ini dilengkapi dengan *heater* pada bagian ruang pengeringnya untuk menghasilkan panas yang konsisten untuk mempercepat laju penguapan air.

Secara umum, *Heater* merupakan komponen pemanas yang mengonversi energi listrik menjadi energi termal sebagai sumber panas utama (Dirja et al., 2019). Penggunaannya mampu meningkatkan suhu operasional dan menurunkan kadar air udara, sehingga durasi pengeringan menjadi lebih efisien dengan hasil akhir yang lebih berkualitas.

Beberapa penelitian mengenai pengembangan *cabinet dryer* untuk pengeringan kunyit telah dilakukan. Penelitian oleh (Lestari, 2023) menyimpulkan bahwa pemanfaatan panas terbuang dari kondensor AC sebagai sumber energi pada *cabinet dryer* merupakan metode yang efektif untuk mengeringkan kunyit, di mana sistem ini mampu menurunkan kadar air hingga $\pm 9,74\%$ (db) atau setara $\pm 8,88\%$ (wb) dalam durasi 7-10 jam. Namun peneliti harus menukar posisi ketiga *tray* sampel setiap satu jam sekali agar kondisi pengeringan merata. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa intervensi manual (perpindahan posisi), alat tersebut belum mampu menghasilkan distribusi panas dan laju aliran udara yang homogen di setiap raknya.

Penelitian oleh (Husain, 2026) menyimpulkan bahwa penempatan posisi *heater* pada *cabinet dryer* memiliki dampak krusial terhadap distribusi energi termal dan pola aliran udara dalam sistem pengeringan kunyit. Secara spesifik, penggunaan *heater* bawah memberikan profil suhu yang lebih homogen di seluruh rak (*tray*), sehingga menghasilkan kadar air akhir produk yang lebih seragam dibandingkan posisi lainnya, namun penyebaran udaranya tidak baik. Penggunaan *heater*

belakang lebih unggul dalam penyebaran udara, terutama pada kondisi suhu tinggi dan kecepatan udara tinggi. Namun, kelemahannya adalah distribusi panas atau suhu antar tray secara vertikal kurang merata. Kondisi panas yang tidak seragam wajib diwaspadai, karena dapat merusak kandungan kurkumin, yaitu senyawa bioaktif pada kunyit yang memiliki spektrum aktivitas biologis luas, mencakup fungsi sebagai antioksidan, anti-inflamasi, antibakteri, serta antijamur (Rinawati Purba, 2009).

Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa tantangan yang ada pada alat *cabinet dryer* adalah panas yang tidak seragam. Walaupun masalah ini dapat diatasi dengan menaruh posisi *heater* dibawah seperti yang dilakukan oleh (Husain, 2026) laju pengeringan harus di korbakan. Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut sekaligus meningkatkan efisiensi proses pengeringan, modifikasi struktural dengan mengimplementasikan sistem inlet pipa silang untuk memicu aliran sekunder atau pusaran (*vortex*). Turbulensi yang dihasilkan oleh kemiringan pipa silang ini sangat krusial untuk meminimalisasi *dead zone* dan mempercepat laju perpindahan panas konveksi. Prinsip dasar modifikasi inlet aliran fluida semacam ini terbukti efektif secara ilmiah, di mana modifikasi aliran dapat meningkatkan kecepatan fluida sehingga memperluas area perpindahan panas konveksi. Integrasi komponen inlet ini bertujuan untuk meminimalisasi zona mati (*dead zones*) sirkulasi udara dan memaksimalkan perpindahan panas secara menyeluruh. Hal ini didukung oleh temuan bahwa perluasan area turbulensi aliran udara akan membuat laju perpindahan panas antara material produk dan udara panas berlangsung secara lebih cepat (Setyadi et al., 2022). Dengan demikian, modifikasi struktural pada sistem inlet ini secara langsung akan mendorong sirkulasi yang lebih dinamis, sehingga distribusi termal di dalam ruang kabinet menjadi jauh lebih efektif dan merata. Namun, untuk mencapai efisiensi termal dan konfigurasi aliran yang maksimal, penentuan sudut kemiringan pipa inlet menuntut analisis fisis yang presisi. Maka dari itu, pendekatan simulasi berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) diterapkan. Pendekatan ini sangat krusial untuk memprediksi pola aliran udara dan distribusi temperatur secara akurat tanpa perlu melakukan pengujian eksperimental fisik yang berulang (*trial-and-error*), sehingga desain alat pengering

yang efisien dan mampu menghasilkan mutu kunyit yang optimal dapat direalisasikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang ada, berikut beberapa permasalahan yang ada:

1. Ketidakrataan distribusi panas dan aliran udara pada alat *cabinet dryer* yang menyebabkan pengeringan tidak seragam antar rak.
2. Adanya zona mati (*dead zones*) di dalam ruang pengering menyebabkan paparan termal tidak merata, yang berisiko memperlama waktu pengeringan dan merusak senyawa kurkumin pada kunyit.
3. Penentuan parameter optimal untuk kemiringan sudut pipa dan konfigurasi aliran udara.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penyusunan tugas akhir ini. Agar penelitian tidak terlalu luas dan menjauh dari topik yang telah ditentukan, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Metode penelitian terbatas dengan simulasi numerik menggunakan *software* Ansys Fluent untuk menerapkan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) tanpa melakukan eksperimen langsung.
2. Simulasi hanya meliputi distribusi aliran udara dan penyebaran temperatur pada *cabinet dryer*
3. Geometri ruang pengering berupa model tiga dimensi (3D) tanpa mempertimbangkan desain konstruksi yang kompleks.
4. Objek pengeringan dibatasi hanya berupa kunyit (*Curcuma longa*) yang diasumsikan memiliki ketebalan, bentuk, dan sifat termal seragam.

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penerapan *inlet* pipa silang terhadap suhu aliran udara dan pengeringan kunyit di dalam ruang *cabinet dryer*?
2. Apakah integrasi sistem pipa silang dapat meminimalisasi *dead zones* (zona mati) di dalam ruang pengering?
3. Bagaimana perbandingan variasi suhu dan kecepatan aliran angin pada hasil pengeringannya dengan *inlet* pipa silang?
4. Berapakah variasi kemiringan pipa silang, suhu udara, dan kecepatan udara yang paling optimal untuk pengeringan kunyit?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pola distribusi panas dan aliran udara pada desain alat pengering kunyit yang menggunakan *inlet* pipa silang simulasi CFD.
2. Mengevaluasi efektivitas modifikasi sistem pipa silang yang dipadukan dengan *tray* berlubang dalam meminimalisasi *dead zones* di dalam ruang pengering.
3. Menentukan parameter operasional terbaik (kombinasi suhu udara, kecepatan angin, dan kemiringan sudut pipa silang) untuk mendapat hasil pengeringan kunyit yang optimal.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Membantu mengoptimalkan alat cabinet dryer dengan *inlet pipa silang*.
2. Meningkatkan wawasan dan literatur ilmiah mengenai penerapan simulasi numerik (CFD) untuk menganalisis proses pengeringan produk pertanian, khususnya kunyit.

